

FREQUENZZEIGER

10 Hz .. 500 kHz (1000 MHz)



Direkte Anzeige

von Frequenzen oder deren Differenz auf großem, linear geeichtem Drehspulinstrument mit $\pm 1\%$ v. E.

Besonders anschaulich für die Beobachtung veränderlicher Frequenzen

Frequenzlupe

erhöhte Meßgenauigkeit $\pm 5 \cdot 10^{-4}$ bei bestimmten Frequenzen

Eingebaute Mischstufe

für Messungen bis 1000 MHz nach dem Differenzverfahren

Anschlüsse für Schreiber

zur schriftlichen Aufzeichnung von Frequenzänderungen

Schwebungsanzeige

zur Beobachtung kleiner Differenzfrequenzen

Anzeige der Mittenfrequenz bei Frequenzmodulation

besonders genau bei Verwendung der Frequenzlupe

Aufgaben und Anwendung

Für die Wechselstrom-Meßtechnik sind genaue, direktzeigende Frequenzmesser mit ausgedehnten Meßbereichen im Gegensatz zu Strom- und Spannungsmessern erst verhältnismäßig spät in brauchbarer Ausführung auf den Markt gekommen. Zu ihnen zählt der Frequenzzeiger FKM, bei dessen Entwurf kein Aufwand gescheut wurde, um alle technisch vertretbaren Forderungen bezüglich Frequenzbereich, Genauigkeit und Vielseitigkeit zu erfüllen.

Direkte Frequenzmessung

Im unmittelbaren Verfahren bringt das Gerät jede ihm angebotene (»X«-) Frequenz zwischen 10 Hz und 500 kHz auf einer großen und übersichtlichen Skala zur Anzeige. Die Aufteilung auf 9 Meßbereiche ergibt überall etwa gleiche relative Meßsicherheit. Die Genauigkeit ist dank der sorgfältigen Dimensionierung bemerkenswert hoch und innerhalb weiter Grenzen von der Größe und Kurvenform der angelegten Spannung sowie von üblichen Netzspannungs-Schwankungen unabhängig.

Frequenzlupe. Für sehr genaue Messungen kann ein Bereich von $\pm 3\%$ um die Frequenzwerte 0,1, 1, 10 und 100 kHz über die gesamte Skala eines gesonderten Instrumentes »Frequenzlupe« gedehnt dargestellt werden, womit das Auflösungsvermögen auf $5 \cdot 10^{-4}$ steigt.

Differenzverfahren

Neben der unmittelbaren Frequenzmessung erlaubt der Frequenzzeiger FKM die Bildung und Anzeige der Differenz zwischen X-Frequenz und einer von außen zuzuführenden Vergleichsfrequenz. Die gesuchte Frequenz ergibt sich allgemein aus der Summe von Differenzfrequenz und Vergleichsfrequenz. Darf letztere als genau bekannt vorausgesetzt werden, so führt die Differenzmethode ebenfalls zu einer wesentlichen Steigerung der Meßgenauigkeit, die um so mehr ins Gewicht fällt, je näher die Vergleichsfrequenz an die X-Frequenz herangebracht werden kann. Bei Frequenzgleichheit ist schließlich überhaupt nur noch der Fehler der Vergleichsfrequenz für das Ergebnis maßgeblich.

Schwebungszeiger. Die Differenzfrequenz wird auf dem Hauptinstrument angezeigt. Sinkt sie unter rd. 10 Hz, so spricht ein Schwebungszeiger an, mit dessen Hilfe sie bei veränderbaren Eingangsfrequenzen bis Null, also bis zur Frequenzgleichheit, verfolgbar ist. Frequenzdifferenzen um 0,1, 1, 10 bzw. 100 kHz sind der vergrößerten Beobachtung durch die Frequenzlupe zugänglich.

Messungen bis 1000 MHz. Die Differenzmethode führt außerdem zu einer bedeutenden Erweiterung des Meßbereiches; der Frequenzzeiger verarbeitet in dieser Schaltung X-Frequenzen bis 1000 MHz. Die Vergleichsfrequenz braucht nur bis 30 MHz verfügbar zu sein, da das Gerät selbsttätig deren Oberwellen erzeugt und zur Messung in höheren Frequenzlagen heranzieht.

Fernmessungen. Bei der Fernmessung drahtloser Schwingungen dient ein geeigneter Empfänger zur Selektion des zu messenden Senders, zur Verstärkung des empfangenen Signals und zur Mischung mit der Vergleichsfrequenz. Die im Empfänger entstehende Differenzfrequenz wird mit dem Frequenzzeiger FKM gemessen. Steht die Vergleichsfrequenz, was häufig der Fall ist, nicht mit der nötigen Höhe zur Verfügung, so dient der Verzerrerteil des FKM zusätzlich zur Erzeugung von Oberwellen der Vergleichsfrequenz, und diese werden anstelle der Grundfrequenz dem Empfänger zugeführt.

Messungen bei Frequenzmodulation. Bemerkenswert ist die Eigenschaft des Frequenzzeigers FKM, bei der Messung frequenzmodulierter Schwingungen deren Mittenfrequenz anzuzeigen. Diese Eigenschaft bleibt auch bei der Differenzmessung erhalten, wenn die Differenz größer als der Hub gewählt wird. Die Meßgenauigkeit des Differenzfrequenzwertes wird durch die Benutzung eines der 4 Lupenbereiche zusätzlich erhöht. Bei Amplitudenmodulation zeigt der Frequenzzeiger immer die Frequenz des Trägers an.

Anschluß von Registrierinstrumenten. Die das Hauptinstrument und die Frequenzlupe durchfließenden Ströme, deren zeitlicher Mittelwert der X-Frequenz bzw. der Differenzfrequenz proportional ist, können zur Speisung von Gleichstromschreibern benützt werden. Der Frequenzzeiger wird dadurch zu einem Frequenzschreiber erweitert, dessen Frequenzbereich und Auflösungsvermögen sich ganz nach Bedarf der mittleren Frequenzlage und den maximalen Schwankungen der X-Frequenz anpassen läßt.

Anschluß von elektronischen Zählern. Die angezeigte Frequenz steht an einem besonderen Ausgang als äquivalente Impulsfolge zur Verfügung. Dadurch ist es möglich, bei extremen Genauigkeitsforderungen einen zählenden Frequenzmesser anzuschließen.

Verwendung als Einzelgerät und in Anlagen

Der Frequenzzeiger FKM dient als Einzelgerät der direkten Anzeige von Frequenzen bis 500 kHz. Von großem Interesse ist die bequeme Beobachtungs- und Registriermöglichkeit für rasche und langsame Frequenzschwankungen, sowie die Anwendung des Gerätes zum Abgleich zweier Frequenzen aufeinander.

Die volle Ausnützung dieses vielseitigen Frequenzzeigers ergibt sich aber erst durch die Anwendung des Differenzverfahrens, mit dem man eine beträchtliche Erweiterung des Frequenzbereiches und eine Genauigkeitssteigerung erhält. Voraussetzung ist das Vorhandensein einer geeigneten Vergleichsfrequenz-Quelle.

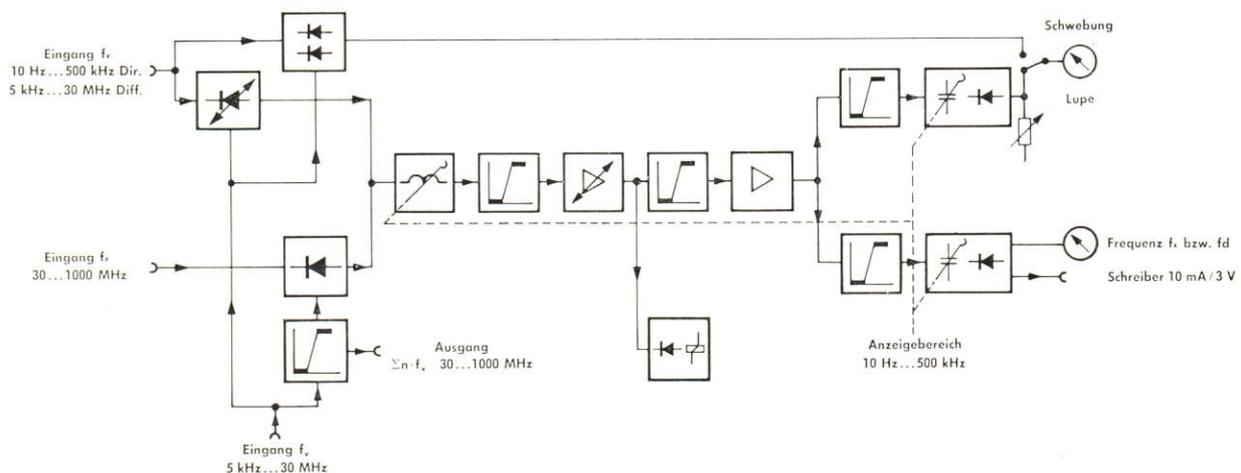
Unsere Dekadischen Frequenzmeßanlagen XZA und XZG sind im Prinzip eine Kombination aus dem Frequenzzeiger FKM, entsprechenden Vergleichsfrequenzquellen (Normalfrequenz-Generator XUA) und weiteren Hilfsgeräten, die in ihrem Zusammenwirken optimal aufeinander abgestimmt sind und damit ihren Meßaufgaben in idealer Weise gerecht werden.

Arbeitsweise und Aufbau

Der Anzeigeteil des Frequenzzeigers FKM arbeitet nach dem Kondensatorladeverfahren, bei dem ein zur Stufung der Bereiche umschaltbarer Meßkondensator im Takte der zu messenden, vorher sorgfältig in Rechtecke umgeformten Frequenz zwischen zwei festen Potentialen umgeladen wird. Den Kondensator durchfließt dann je Periode eine konstante Ladungsmenge, so daß der (impulsförmige) Strom im zeitlichen Mittel der Frequenz genau proportional ist. Er wird nach Gleichrichtung dem Anzeigeinstrument und gegebenenfalls einem hierzu in Serie geschalteten Schreiber zugeführt. In der Frequenzlupe wird der zu bestimmten Frequenzen gehörende Strom durch einen Gegenstrom kompensiert. Um Fehlmessungen auszuschließen, wird die Anzeige selbsttätig abgeschaltet, sobald die Eingangsspannung einen kritischen Mindestwert unterschreitet.

Vor dem Anzeigeteil liegen mehrere Eingangsstufen, die der Verstärkung der zu messenden Frequenz sowie ihrer Mischung mit der Vergleichsfrequenz dienen. Ein mit dem Meßbereich umgeschalteter Tiefpaß hinter der Mischstufe läßt nur die Differenzfrequenz zum Anzeigeteil gelangen. Weitere Stufen des Gerätes sind für die Schwebungsanzeige, für eine Empfindlichkeitssteuerung und für die Erzeugung der für die Messungen oberhalb 30 MHz notwendigen Oberwellen der Vergleichsfrequenz vorgesehen. Letztere können dem Frequenzzeiger auch zu anderweitiger Verwendung entnommen werden.

Das Gerät läßt sich mit beliebigen, genau bekannten Frequenzen nacheichen. Alle Messungen beziehen sich auf diese Eichfrequenz. Der Frequenzzeiger FKM kann als Einzelgerät im R&S-Normkasten oder als Einschub nach DIN 41490 für Normgestelle bezogen werden.



Blockschaltbild des Frequenzzeigers Type FKM

Eigenschaften

Direkte Frequenzmessung

Frequenzbereich	10 Hz ... 500 kHz
9fach unterteilt	10 Hz ... 0,05/0,15/0,5/1,5/5/15/50/150/500 kHz
Anzeige durch Zeigerinstrument mit linearer Skala, direkt geeicht; außerdem Kopfhöreranschluß (4-mm-Telefon-Buchsen)	
Fehlergrenzen	$\pm 1\%$ vom Endwert
Spannungsbereich	20 mV ... 10 V
Eingangswiderstand (Eingang unsymmetrisch)	100 k Ω 40 pF

Ausgänge

Schreiberausgang I/II, umschaltbar

für Schreiber und Tochterinstrumente normaler Empfindlichkeit, z. B. die Typen XMA oder ZSG; Einweggleichrichtung

Verfügbarer Gleichstrom (Mittelwert)	max. 10 mA bei Vollausschlag am Anzeigeinstrument, regelbar; frequenzproportional
bzw. verfügbare Gleichspannung (Mittelwert)	max. 3 V bei Vollausschlag am Anzeigeinstrument, regelbar; frequenzproportional
Zulässiger Widerstand	$\leq 300 \Omega$ für Stromschreiber $\geq 300 \Omega$ für Spannungsschreiber

Schreiberausgang III für Schreiber oder Tochterinstrumente höherer Empfindlichkeit; Vollweggleichrichtung

Verfügbarer Gleichstrom (Mittelwert)	1 mA bei Vollausschlag am Anzeigeinstrument; frequenzproportional
Zulässiger Widerstand	$\leq 10 \Omega$
Schreiber bzw. Tochterinstrumente dürfen nicht geerdet sein!	

Impulsausgang für zählende Frequenzmesser (unsymmetrisch)

Verfügbare Spannung	rd. $1,5 V_{SS}$, negative Impulse
Zulässiger Widerstand	$\geq 100 \Omega$

Direkte Frequenzmessung mit Frequenzlupe

Frequenzbereich	100 kHz $\pm 3\%$ (97 ... 103 kHz) 10 kHz $\pm 3\%$ (9,7 ... 10,3 kHz) 1 kHz $\pm 3\%$ (0,97 ... 1,03 kHz) 100 Hz $\pm 3\%$ (97 ... 103 Hz)
Anzeige	Zeigerinstrument mit linearer Skala, in Prozent geeicht
Vergrößerung der Ablesegenauigkeit	20fach; Änderungen von 0,05% sind ablesbar
Spannungsbereich	20 mV ... 10 V
Eingangswiderstand (Eingang unsymmetrisch)	100 k Ω 40 pF
Ausgang	für Schreiber oder Tochterinstrumente
Verfügbarer Gleichstrom (Mittelwert)	40 μ A bei Vollausschlag am Anzeigeinstrument; frequenzproportional
Zulässiger Widerstand	250 Ω $\pm 2\%$

Frequenzmessung nach dem Differenzverfahren

	Differenzbildung gegen Grundwelle der Vergleichsfrequenz	Differenzbildung gegen Oberwelle der Vergleichsfrequenz
Frequenzbereich		
für die unbekannte Frequenz	5 kHz . . . 30 MHz	30 . . . 1000 MHz
für die Vergleichsfrequenz	5 kHz . . . 30 MHz	15 . . . 30 MHz
		(zur Differenzbildung wirksame Oberwellenerzeugung bis 1000 MHz im Gerät)
Spannungsbereich		
für die unbekannte Frequenz	0,1 . . . 10 V	10 mV . . . 3 V (unter 600 MHz) 50 mV . . . 3 V (über 600 MHz)
für die Vergleichsfrequenz	rd. 0,5 V	rd. 0,5 V
Eingangswiderstand (Eingang unsymmetrisch)		
für die unbekannte Frequenz	100 k Ω 40 pF	rd. 60 Ω
für die Vergleichsfrequenz	rd. 60 Ω	rd. 60 Ω
Differenzfrequenz		
10 Hz . . . 500 kHz	Anzeige, Fehlergrenzen und Ausgänge wie bei direkter Frequenzmessung	
Zu beachten sind die zulässigen Kleinstwerte für die unbekannte Frequenz und die Vergleichsfrequenz; nämlich 5 kHz in den Anzeigebereichen 10 Hz . . . 0,05/0,15/0,5/1,5 kHz; 150 kHz in den Anzeigebereichen 5/15/50 kHz; 1,5 MHz in den Anzeigebereichen 150/500 kHz.		
0,1/1/10/100 kHz \pm 3%	wie bei direkter Frequenzmessung mit Frequenzlupe	
Um 0 Hz (0 . . . rd. 3 Hz)	Schwebungsanzeige mit Zeigerinstrument (nur für $f_x < 30$ MHz)	

Anwendung als Oberwellengenerator

Frequenzbereich	
Unverzerrte Eingangsfrequenz (Vergleichsfrequenz)	15 . . . 30 MHz
Entnehmbare Oberwellen	30 . . . 1000 MHz
Spannungsbedarf rd. 0,5 V	
Eingangswiderstand (Eingang unsymmetrisch) . . .	rd. 60 Ω
Ausgangsspannung je Oberwelle 3 . . . 0,5 mV	
Ausgangswiderstand (Ausgang unsymmetrisch) . . .	rd. 60 Ω

Anschlüsse

Eingang für unbekannte Frequenz (10 Hz . . . 30 MHz), Eingang für Vergleichsfrequenz,	
Impulsausgang für zählende Frequenzmesser . . .	je eine umrüstbare HF-Buchse 4/13 DIN 47284*)
Eingang für unbekannte Frequenz (30 . . . 1000 MHz), Ausgang für Oberwellen der Vergleichsfrequenz . . .	je ein Kurzhubstecker Dezifix B, DIN 47285*)
Ausgang für Kopfhörer, Schreiberanschluss I . . .	drei bzw. zwei 4-mm-Telefonbuchsen
Ausgang Frequenzlupe, Schreiberanschluss III . . .	je zwei 4-mm-Telefonbuchsen auf der Rückseite
Schreiberanschluss II	Stifte der rückseitigen Steckerleiste

*) Diese Anschlüsse lassen sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen bzw. -einsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe einschlägige Datenblätter.

FREQUENZZEIGER FKM

Allgemeine Daten

Netzanschluß	115/125/220/235 V \pm 10%, 47 . . . 63 Hz (150 VA)
Bestückung	4 x EAA 91, 5 x ECC 81, 1 x ECH 81, 4 x EF 80, 2 x EF 800, 4 x EL 86, 2 x 85 A 2
Abmessungen über alles (B x H x T) und Gewichte	
Kastengerät	540 x 234 x 431 mm, 30 kg (R&S-Normkasten Größe 561)
Einschub nach DIN 41490	520 x 202 x 390 mm, 19 kg Normmaß t_4 : 300 mm
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch
Farbe	grau, RAL 7001



Bestellbezeichnung

Kastengerät	► Frequenzzeiger Type FKM BN 47051
Einschub	► Frequenzzeiger Type FKM BN 47051 D
Mitgeliefertes Zubehör (im Preise eingeschlossen)	1 Netzkabel, 2 m lang (nur bei Kastengerät)
Empfohlene Ergänzungen	1 Schreiber Type XMA BN 444512
(gesondert zu bestellen)	oder
	1 Gleichspannungsschreiber Enograph-G Type ZSG BN 18532
	2 HF-Verbindungskabel, 100 cm (60 Ω), BN 9111106/100
	und/oder
	2 Kurzhubstecker Dezifix B, FNB 1001/60
	3 HF-Verbindungskabel, 100 cm (60 Ω), BN 9111406/100
	und/oder
	3 koaxiale HF-Stecker 4/13 DIN 47284, R&S-Sachnummer FMS 90100.

Der Frequenzzeiger FKM findet in den dekadischen Frequenzmeßanlagen XZA und XZG Verwendung, die dank ihrer Ausstattung mit weiteren Meßgeräten allen Frequenzmeßaufgaben gerecht werden. Für Meßaufgaben, die nicht den großen Frequenzbereich oder die Vielseitigkeit des Frequenzzeigers FKM erfordern, empfehlen wir den Frequenzzeiger FTK BN 4700 (10 Hz...30 kHz). Bitte fordern Sie bei Bedarf Datenblätter an!

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