



# RAUSCHGENERATOR 1...1000 MHz



Das Gerät zur Bestimmung der Rauschzahl über einen weiten Frequenzbereich.

## Allgemeines

Die **Rauschzahl** von Vierpolen läßt sich am besten mit einem Generator bestimmen, der im interessierenden Frequenzbereich weißes Rauschen abgibt. Die Verwendung eines solchen Generators ermöglicht schnelle Messungen ohne zusätzlichen Rechenaufwand und liefert Ergebnisse, die einen Vergleich bezüglich der Empfindlichkeit z. B. unterschiedlicher Empfänger oder Verstärker gestatten.

Für diese Messungen im Frequenzbereich 1...1000 MHz eignet sich besonders der Rauschgenerator SKTU. Seine verfügbare Rauschleistung ist in einem Meßbereich, der für Empfängermessungen völlig ausreicht, kontinuierlich einstellbar. Lieferbar sind drei Ausführungen mit den Innenwiderständen 50  $\Omega$ , 60  $\Omega$  und 75  $\Omega$ .

## Definition der Rauschzahl

Die **Rauschzahl F** ist das Verhältnis des Leistungsstörabstandes am Eingang zum Leistungsstörabstand am Ausgang eines Vierpols.

$$F = \frac{S_1/N_1}{S_2/N_2} = \frac{N_2}{G_o N_1}$$

Hierin ist

$S_1$	Signalleistung am Eingang;
$S_2 = S_1 G_o$	Signalleistung am Ausgang;
$N_1$	Rauschleistung am Eingang;
$N_2$	Rauschleistung am Ausgang.

Nach der Definition ist die Rauschzahl eine dimensionslose Größe.

## Definition der Rauschzahl (Fortsetzung)

$N_1 = kT_o \Delta f$  ist die vom Quellwiderstand herrührende Rauschleistung unter der Voraussetzung, daß die Temperatur des Generatorinnenwiderstandes gleich der Standarddrauschteperatur  $T_o$  ist.

Dann wird

$$F = \frac{N_2}{kT_o \Delta f G_o}$$

mit

$N_2$	Ausgangsrauschleistung in W;
$k$	Boltzmannsche Konstante;
$T_o$	Standarddrauschteperatur ( $\approx$ absolute Raumtemperatur)
$\Delta f$	effektive Rauschbandbreite in Hz;
$G_o$	Leistungsverstärkung;
$kT_o$	$4 \cdot 10^{-21}$ Ws.

Dieser Definition ist zu entnehmen, daß die Gesamtrauschleistung am Ausgang auf die verstärkte Bezugsleistung von  $1 kT_o \Delta f$  bezogen ist.  $N_2$  setzt sich zusammen aus dieser verstärkten Bezugsleistung und dem zusätzlichen Anteil, der durch den rauschenden Vierpol verursacht wird. Man kann daher aufteilen nach

$$F = \frac{N_1 + N_z}{N_1} = 1 + \frac{N_z}{N_1} = 1 + F_z$$

$F_z$  ist die zusätzliche Rauschzahl, die den Anteil des rauschenden Vierpols charakterisiert.  $F_z$  wird Null für den rauschfreien Vierpol, für den  $F = 1$  wird. Dieser Wert kann nicht unterschritten werden.

Bei der Definition der Rauschzahl ist vorausgesetzt, daß nur im linearen Übertragungsbereich des Vierpols gemessen wird; Nichtlinearitäten würden das Rauschspektrum erheblich verändern und somit zu Fehlmesungen führen.

Oft ist es zweckmäßig, nicht die Rauschzahl anzugeben, sondern deren Logarithmus. Man gelangt dann zum **Rauschmaß**

$$F_{dB} = 10 \cdot \lg F.$$

## Messung der Rauschzahl

Die Definition der Rauschzahl läßt offen, auf welche Art die Signalleistung erzeugt wird. Es ist möglich, die Signalleistung durch einen Signalgenerator, der auf einer diskreten Frequenz arbeitet, einzuspeisen und sie mit der Leistung des Rauschspektrums, das infolge der Durchlaß-Bandbreite noch am Ausgang erscheint, zu vergleichen. Für die Berechnung dieser Rauschleistung muß die „effektive“ Bandbreite ermittelt werden. Die umständliche Ermittlung der tatsächlich vorhandenen Bandbreite entfällt, wenn die Signalleistung einer Rauschquelle entnommen wird. Das Signal dieser Quelle durchläuft die gleichen Bandbreiten, durch die auch das Rauschspektrum des Eingangs beschnitten wird. Folglich hebt sich der Einfluß der Bandbreiten auf. Zur Messung verwendet man daher Generatoren, die ein breiteres Spektrum weißen Rauschens abgeben.

Zur Ermittlung der Rauschzahl muß die Größe von  $N_2$  gemessen werden, da der Bezugswert mit  $1 kT_0$  als bekannt vorausgesetzt werden kann. Man speist in den Eingang des Vierpols die Leistung ein, die z. B. zu einer Verdoppelung der Rauschleistung am Ausgang führt (Störabstand 1). Ist die verfügbare Leistung am Eingang bekannt, so ist sie durch die Bezugsleistung zu dividieren. Das Ergebnis stellt die Rauschzahl  $F$  dar. Wird der für die Rauschzahlmessung verwendete Generator in der Einheit  $kT_0$  geeicht, so ist seine Anzeige gleich der Rauschzahl  $F$ .

Bei der Rauschzahlmessung wird der Ausgang des Rauschgenerators mit dem Eingang des zu prüfenden Vierpols verbunden. Dabei muß der Innenwiderstand des Rauschgenerators mit dem Nominal-Wellenwiderstand des Vierpols übereinstimmen. Die Rauschzahl eines Verstärkers ist im allgemeinen abhängig von der Beschaltung des Eingangs, also auch vom Innenwiderstand des angeschlossenen Generators. Daher muß die Messung mit dem Generatorinnenwiderstand erfolgen, an dem das Gerät später betrieben wird.

Empfehlenswert ist folgende Meßmethode, bei der Fehler, die eine Instrumentencharakteristik verursacht, vermieden werden können. Man mißt am Ausgang des linearen Teiles des Meßobjektes die Rauschleistung bzw. deren Spannung bei abgedrehtem Rauschgenerator, schaltet dann zwischen Ausgang und Instrument ein frequenzunabhängiges 3-dB-Glied und erhöht die Eingangssignalrauschleistung (Aufdrehen des Rauschgenerators) bis auf den vorher vorhandenen Ausschlag am Meßinstrument. Dadurch wurde die Ausgangsrauschleistung verdoppelt. Der dann am Anzeigeinstrument des SKTU ablesbare Wert entspricht der Rauschzahl  $F$ .

Das Nomogramm links oben auf der Frontplatte gestattet das Ablesen der Empfänger-Eingangsspannung in Mikrovolt, die bei gemessener Rauschzahl und vorgegebener Empfängerbandbreite den Störabstand 1 ergibt.

## Aufbau und Arbeitsweise

Der Rauschgenerator SKTU besitzt zur Erzeugung des kontinuierlichen Frequenzspektrums eine Spezialdiode mit Wolfram-Kathode, die im Sättigungsgebiet arbeitet. Bei dieser Diode besteht ein fester Zusammenhang zwischen Sättigungs- und Rauschstrom und somit bei gegebenem Innenwiderstand auch mit der verfügbaren Rauschleistung. Die Einstellung des Sättigungsstromes und damit der Rauschleistung erfolgt durch Verändern der Diodenheizung. Eine automatische Regelung der Heizung mit Hilfe von Transistoren verhindert, daß Netzspannungsschwankungen in die Messung mit eingehen. Schwankungen der Anodenspannung bleiben ohne Einfluß, da im Sättigungsgebiet der Diode gearbeitet wird. Der jeweilige Sättigungsstrom ist ein Maß für die Rauschzahl.

# RAUSCHGENERATOR SKTU

## Technische Daten

	<b>BN 4151/2/50</b>	<b>BN 4151/2/60</b>	<b>BN 4151/2/75</b>
Frequenzbereich . . . . .	1 ... 1000 MHz	1 ... 1000 MHz	1 ... 1000 MHz
Innenwiderstand . . . . .	50 $\Omega$	60 $\Omega$	75 $\Omega$
Welligkeit . . . . .	< 1,1	< 1,1	< 1,1
Rauschleistung . . . . .	————— stetig einstellbar —————		
Maximale Änderung der Rauschleistung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsänderung (ohne Einfluß auf die Meßgenauigkeit) . . . . .			
	$\leq \pm 2,5\%$	$\leq \pm 2,5\%$	$\leq \pm 2,5\%$
Anzeigebereiche der Rauschzahl . . . . .	1 ... 6,5 1 ... 33	1 ... 8 1 ... 40	1 ... 6,4 1 ... 32
Anzeigebereiche für das der Rauschzahl entspre- chende Rauschmaß . . . . .			
	0 ... 8 dB 0 ... 15 dB	0 ... 9 dB 0 ... 16 dB	0 ... 8 dB 0 ... 15 dB
Fehler der Anzeige			
im Frequenzbereich bis 300 MHz . . . . .	$\leq \pm 0,5$ dB	$\leq \pm 0,5$ dB	$\leq \pm 0,5$ dB
im Frequenzbereich über 300 MHz . . . . .	$\leq \pm 1$ dB	$\leq \pm 1$ dB	$\leq \pm 1$ dB
Ausgang . . . . .	Kurzhubstecker Dezifix B, umrüstbar (Rohrsockel)*)		
Netzanschluß . . . . .	115/125/220/235 V, 47 ... 63 Hz (25 VA)		
Bestückung . . . . .	3 Transistoren, 1 Röhre		
Abmessungen . . . . .	470 x 195 x 260 mm (R&S-Normkasten Größe 45)		
Gewicht . . . . .	9 kg		
<b>Bestellbezeichnungen</b> . . . . .	<b>► Rauschgenerator SKTU</b> BN 4151/2/50 (50- $\Omega$ -Ausführung) BN 4151/2/60 (60- $\Omega$ -Ausführung) BN 4151/2/75 (75- $\Omega$ -Ausführung)		

\*) Der Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 100.