

Rauschzahlmessungen von Verstärkern

Messverfahren erlaubt korrekte Bestimmung der Rauschzahl von Verstärkern im gepulsten Betrieb

Die u.a. auch bei gepulsten Leistungsverstärkern wichtige Messung der Rauschzahl kann mit herkömmlichen Rauschzahlmessgeräten nur im Dauerbetrieb des Verstärkers bestimmt werden, was zur Überlastung und Verfälschung der Messergebnisse führt. Mit Hilfe eines Spektralanalysators und entsprechender Rauschmesssoftware sowie eines Funktions- oder Pulsgenerators kann die Rauschzahl von Verstärkern mit gepulster Stromversorgung jetzt in einfacher Weise bestimmt werden.

Leistungsverstärker in digitalen TDMA-Mobiltelefonen werden aus Gründen der Stromersparnis und einer daraus folgenden längeren möglichen Aktivphase des Mobiltelefons nur während des aktiven Sendezeit-schlitzes mit Strom versorgt. Dazu wird üblicherweise die Bias-Spannung des Verstärkers entsprechend gepulst z.B. bei GSM-Mobiltelefonen mit etwa 1/8 der Gesamtperiode von 4,615 ms. Die Messung mit einem Spektrumanalysator der Familien FSP, FSU, FSE von Rohde & Schwarz in Kombination mit der Rauschmesssoftware FS-K3 und einem Funktions- oder Pulsgenerator kann die Rauschzahl eines Verstärkers jetzt auch dann präzise bestimmte werden, wenn er gepulst betrieben wird.

Rauschzahlmessung mit einem Spektrumanalysator

Die Verwendung eines der Spektrumanalysators der FSE-, FSP- oder FSU-Familie mit ihrer hohen Empfindlichkeit und Pegelgenauigkeit ermöglicht die genaue und reproduzierbare Messung der Rauschzahl sowohl von rauscharmen Vorverstärkern mit Rauschzahlen < 1 dB als auch von hoch verstärkenden

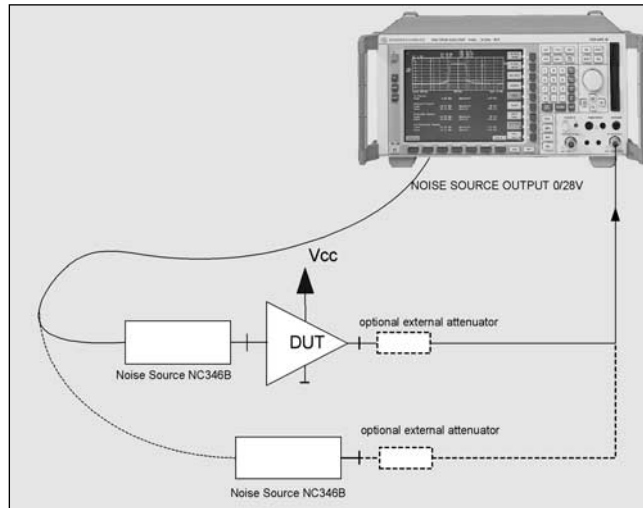


Abb. 1:
 Testaufbau zur
 Kalibrierung und
 Rauschzahlmessung
 eines Verstärkers
 mit einem
 Spektrumanalysator

Leistungsverstärkern. Verglichen mit speziellen Rauschzahl-Messgeräten sind die Eigenschaften eines Spektrumanalysators als Messinstrument besonders vorteilhaft für diesen Zweck:

- ▶ durch Anpassen der ZF-Bandbreite sind genaue Messungen auch im Fall von schmalbandigen Verstärkern bzw. Umsetzern möglich
- ▶ die freie Wahl von Sweep-Anzahl sowie der Sweep-Zeit für die Pegelmessung erlaubt die Bestimmung der Rauschzahl sowie der Verstärkung von Verstärkern und Umsetzern auch bei tiefen Frequenzen

- ▶ der hohe Dynamikbereich der Analysatoren ermöglicht Messungen auch an hoch verstärkenden Schaltungen
- ▶ der weite Frequenzbereich der Analysatoren kann nahezu vollständig als Messbereich ohne zusätzliche Frequenzumsetzung benutzt werden

Die Rauschmesssoftware FS-K3 kann dabei sowohl auf einem externem Controller oder aber direkt auf dem Spektrumanalysator laufen. Dies ermöglicht den Einsatz eines der genannten Analysatoren als Stand-Alone-Rauschzahlmessplatz. Zusätzlich benötigt wird lediglich eine Rauschquelle wie z. B. die

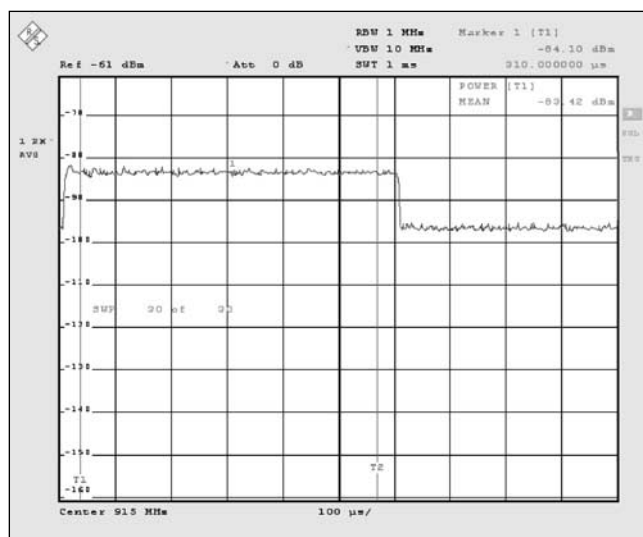


Abb. 2:
 Korrekte Triggereinstellung sowie Einstellung des gewünschten Traceausschnitts mit Hilfe der Search Limits (T1, T2) bei gepulsten Signalen

▶ Autor

ROLAND MINI HOLD ist Applikationsingenieur im Geschäftsbereich Messtechnik bei Rohde & Schwarz GmbH & Co.KG; Postfach 801469, D-81614 München
 Fon: 089/4129-0, Fax: 089/4129-62163
 e-Mail: roland.minihold@rsd.rohde-schwarz.com

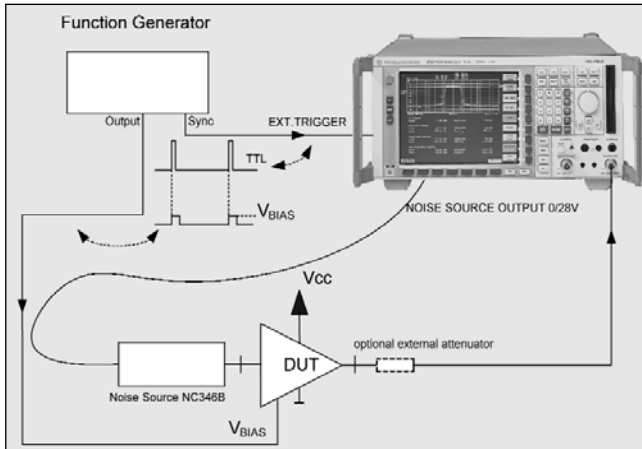


Abb. 3:
Messaufbau zur Bestimmung der Rauschzahl eines Verstärkers im gepulsten Betrieb

„NC346B“ von NoiseCom. Nähere Informationen dazu finden sich in [1] und [3].

Die Rauschmesssoftware FS-K3 führt die Rauschzahlmessung pro Frequenzpunkt im Zero Span durch. Dabei wird mit dem verwendeten Analysator abwechselnd mit ein- und ausgeschalteter Rauschquelle der Mittelwert der Leistung gemessen. Die Software errechnet aus diesen Messwerten die Rauschzahl sowie die Verstärkung. Der entsprechende Messaufbau zeigt Abbildung 1.

Zur Kalibrierung der Messanordnung wird dabei die Rauschquelle ohne den zu testenden Verstärker direkt an den Analysator bzw. über das optionale Dämpfungsglied angeschlossen. Das Dämpfungsglied verhindert, dass der Analysatoreingang bei Messung eines Leistungsverstärkers überlastet wird.

Rauschzahlmessung mit einem Spektrumanalysator im gepulsten Betrieb

Mobilfunkleistungsverstärker, die für einen Pulsbetrieb ausgelegt sind, können ihre Eigenschaften wie Rauschzahl oder Verstärkung bei Dauerbetrieb verändern bzw. bei Dauerbetrieb überlastet werden. Im Folgenden wird deshalb eine Messanordnung vorgestellt, die die Rauschzahl- und Verstärkungsmessung auch im gepulsten Betrieb ermöglicht.

Soll der Messbeauftragte die Rauschzahl eines Verstärkers nur während eines begrenzten Zeitabschnitts einer periodischen Pulsfolge bestimmen, so benötigt der Analysator ein entsprechendes periodisches Triggersignal. Durch Einstellen einer geeigneten Sweep-Zeit (z.B. 1 ms bei GSM-Anwendungen) und eines entsprechenden Trigger-Offsets erreicht man, dass beginnend am linken Bildschirmrand des Analysators die aktive Phase des Verstärkers dargestellt wird. Durch Aktivieren und Einstellen der Search Limits sorgt man dafür, dass nur der Trace-Abschnitt der aktiven Phase für die Berechnung des Mittelwerts der

Leistung und damit zur Berechnung der Rauschzahl herangezogen wird (Abb. 2). Abbildung 3 zeigt den Messaufbau zur Bestimmung der Rauschzahl eines Verstärkers (DUT) im gepulsten Betrieb.

Mit einem Funktions- bzw. Pulsgenerator wird der Bias-Anschluss des zu testenden Verstärkers (DUT) angesteuert. Pulsbreite und Wiederholdauer werden dabei entsprechend dem zu testenden Standard eingestellt z.B. bei GSM eine Pulsbreite von 577 ms sowie 4,615 ms Wiederholdauer. Die Pulsamplitude wird entsprechend der benötigten Biasspannung so eingestellt, dass im zu testenden Verstärker der während der aktiven Phase gewünschte Strom fließt.

Der externe Trigger-Eingang des Analysators wird mit einem zu diesem Puls synchronen TTL-Puls des Funktionsgenerators (z.B. vom Sync- bzw. Trigger-Ausgang) angesteuert, um die Messwertaufnahme des Analysators auf die Einschaltphase des zu testenden Verstärkers synchronisieren zu können. Die Rauschquelle wird – wie bei konventioneller Rauschmessung üblich – mit dem

Noise-Source-Ausgang des Analysators verbunden.

Der Ausgang der Rauschquelle speist den Eingang des zu testenden Verstärkers. Es empfiehlt sich, den Ausgang des Verstärkers je nach Leistungsvermögen mit einem entsprechend dimensionierten Leistungsdämpfungsglied abzuschließen (Dämpfung 6 dB), um den HF-Eingang des Analysators vor einer Überlastung zu schützen.

Einstellen der Parameter

Die Bedienung der Rauschmesssoftware FS-K3 für gepulste Signale ist die gleiche wie bei konventioneller, nicht gepulster Messung. Man muss lediglich unter dem Menüpunkt DEVICE einige wenige spezielle Einstellungen, ausgehend von der Grundeinstellung der FS-K3, verändern (Abb. 4):

Voreinstellung der FS-K3 Rauschmesssoftware (Abb. 4)

- ▶ INIT BEFORE MEASUREMENT ist abzuschalten
- ▶ die Sweep-Zeit ist auf einen geeigneten Wert zu setzen (ca. 2x die Länge des aktiven Zeitschlitzes). Im unteren Beispiel ist die Sweep-Zeit 1 ms passend für die Slot-Länge 577 µs eingestellt (Kleinere Sweep-Zeiten lässt die Software nicht zu. Werden diese benötigt, kann man sie aber direkt am FSP (FSU/FSE) manuell einstellen)
- ▶ Um zu reproduzierbaren Messergebnissen zu kommen, müssen entsprechend viele Ereignisse gemittelt werden. Eine Mittelung (AVERAGE) von 30 Sweeps ist in der Regel für den FSP oder FSU ausreichend. (Die FS-K3 verwendet beim FSP oder FSU

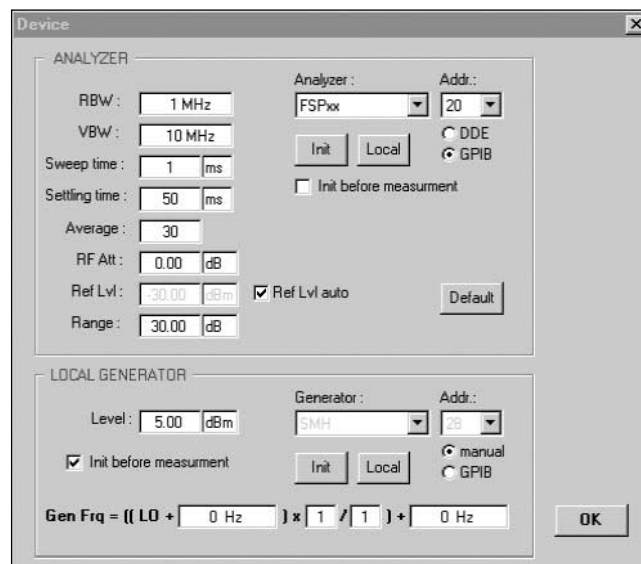


Abb. 4:
Setup des FSP mit der FS-K3 Rauschmesssoftware

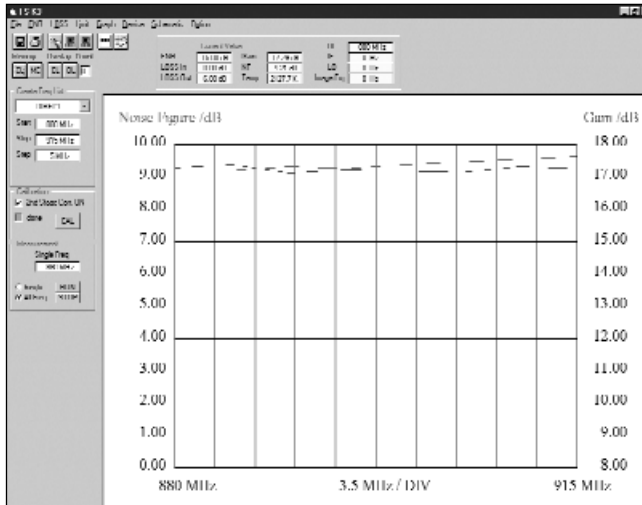


Abb. 5:
 Bedienoberfläche
 sowie graphische
 Messwertdarstellung
 der FS-K3 Rausch-
 messsoftware

entspricht dem Start Limit und Time Line
 2 dem Stop Limit des FSP.

Messung

Die weitere Bedienung sowie die grafische oder tabellarische Ergebnisdarstellung der Rauschmesssoftware FS-K3 erfolgt nun in gewohnter Weise wie bei konventioneller Rauschzahlmessung. In Abbildung 5 ist das Ergebnis einer Rauschmessung im gepulsten Betrieb dargestellt. **TEST**

Literatur

- [1] Datenblatt zur Rauschmesssoftware FS-K3 PD757.2380.12
- [2] Rauschmesssoftware FS-K3, „Neues von Rohde & Schwarz“ Heft Nr. 167
- [3] Software Manual zu 'Measurement of Noise Figure and Gain FS-K3'; 1057.3057.42

www.publish-industry.net
 more @ click TK3B0401

B.04

den RMS-Detektor bei Geräten der FSE-Familie wird aufgrund des dort begrenzten Dynamikbereichs des RMS-Detektors der Sampling-Detektor verwendet. Um mit dem Sample Detektor auf eine vergleichbare Reproduzierbarkeit der Messergebnisse zu kommen ist eine entsprechend höhere Mittelungszahl einzustellen (z.B. 100 bei 1 ms Sweep-Zeit)

- ▶ Nur bei Verwendung des FSE: Die Videobandbreite ist abweichend von der Grundeinstellung (100 Hz) auf 1 MHz zu setzen, damit bei gepulsten Signalen keine Einschwingprobleme auftreten
- ▶ Nach einmaligem Bedienen des INIT Buttons müssen noch die nachfolgenden manuellen Einstellungen am FSP bzw. FSE/FSIQ/ESI vorgenommen werden

Voreinstellung des FSP

- ▶ Taste TRIG:EXTERN. Der Trigger-Offset muss so eingestellt werden, dass der Schaltimpuls (Bias ON) noch am Bildschirm erscheint
- ▶ Taste MEAS: TIME DOMAIN:SEARCH LIMITS ON

START LIMIT wird auf den Pulsbeginn und STOP LIMIT auf das Pulsende eingestellt (Siehe Abb. 2)

Damit ist gewährleistet, dass der Trace nur während der aktiven Phase des Verstärkers ausgewertet wird

Voreinstellung des FSE/FSIQ/ESI

Bemerkung: Die Bedienung dieser Geräte weicht etwas von der FSP- bzw. FSU-Bedienung ab:

- ▶ Taste TRIG:EXTERN. Der Trigger-Offset wird so eingestellt, dass der Schaltimpuls (Bias ON) noch am Bildschirm erscheint.

- ▶ Taste MARKER SEARCH:SEARCH LIMITS ON
- ▶ Taste LINES:TIME LINE 1 wird auf den Pulsbeginn und TIME LINE 2 auf das Pulsende eingestellt. Time Line 1