

AM/AM- und AM/PM-Messungen mit Hilfe digital modulierter Signale

Messverfahren zur Bestimmung wichtiger Parameter unter Betriebsbedingungen

Moderne drahtlose Kommunikationssysteme wie 3G-WCDMA oder WLAN nutzen immer höhere HF-Bandbreiten mit Signalen hoher Crest-Faktoren. Dies führt zu ausgeprägten Anforderungen an die Linearität der Ausgangsleistungsverstärker. Diesen Ansprüchen versucht man mit unterschiedlichen Linearisierungstechniken zu genügen, für deren Entwurf die genaue Kenntnis der Verstärkerkennlinien notwendig ist. Die heute üblichen Messverfahren zur Bestimmung von Verstärkerparametern wie IP3, AM/AM- oder AM/PM-Konversion setzen Sinussignale ein, die allerdings oftmals andere Ergebnisse liefern als sie dann im echten Betriebsfall auftreten.

Moderne drahtlose Kommunikationsverfahren nutzen zur Kapazitäts- und Datenratensteigerung zunehmend komplexere Modulationsverfahren, wie UMTS/3GPP, das CDMA basierende Verfahren nutzt, oder der WLAN-Standard 801.11a, der ein OFDM-Verfahren benutzt. Die Signale weisen dabei hohe Crest-Faktoren auf, wodurch die Anforderungen an die Verstärkerlinearität steigen. Ein wesentlicher Parameter ist die Nachbarkanalleistung, die stark durch Intermodulation dritter und fünfter Ordnung beeinflusst wird – wegen der hohen Ausgangsleistung insbesondere bei Verstärkern für Basisstationen ein wichtiges Designkriterium. Bei Ausgangsverstärkern für Funktelefone, meist in einem RFIC integriert, spielt dagegen der Wirkungsgrad eine hohe Rolle, um möglichst lange Stand-by- und Gesprächszeiten zu erzielen.

► Autor

HERBERT SCHMITT ist seit 1986 bei Rohde & Schwarz als Produktingenieur bzw. Produktmanager Spektrumanalysatoren tätig.
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG,
Geschäftsbereich Spektrumanalyse;
Postfach 80 14 69, D-81614 München
Fon: 089/4129-0, Fax 089/4129-12164
E-Mail:
customersupport@rsd.rohde-schwarz.com

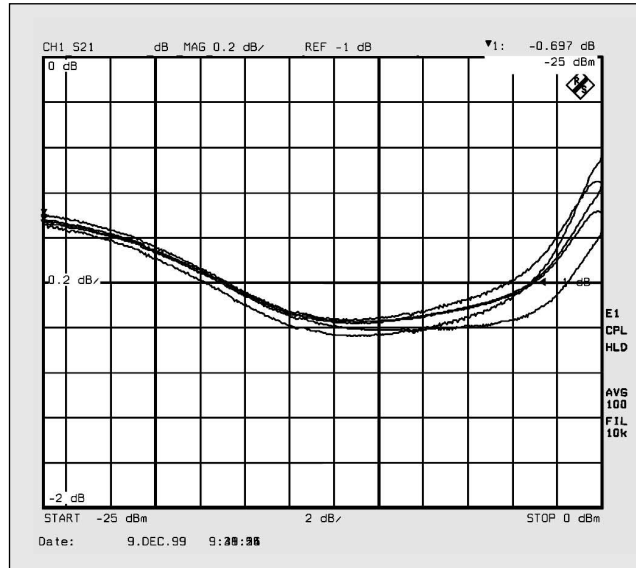


Abb. 1: Verstärkung in Abhängigkeit der Ausgangsleistung, gemessen mit einem VNA bei unterschiedlichen Sweepzeiten

Verfahren zur Linearisierung von Verstärkern haben deshalb eine hohe Bedeutung gewonnen und mit diesen die Charakterisierung der Linearität von Verstärkern mittels Amplituden- und Phasenkompression, bzw. AM/AM- und AM/PM-Konversion. So kann man beispielsweise direkt mittels der Daten der Amplituden- und Phasenkompression eine inverse Vorverzerrung des Sendesignals (Pre-distortion) berechnen und so die Störungen im Nachbarkanal drastisch senken, bei gleichzeitig gutem EVM (Error Vector Magnitude, ein Maß für die Modulationsqualität).

Die Bestimmung der Verstärkerkennlinien nach Betrag und Phase in Abhängigkeit des Ausgangspegels, (der Amplituden- und Phasenkompression) wurde in der Vergangenheit meist mit vektoriiellen Netzwerkanalysatoren z.B. mittels eines Pegel-Sweeps durchgeführt. Dieses Verfahren hat jedoch folgende Nachteile:

- Das Stimulussignal ist ein CW-Träger, damit also viel schmalbandiger als das später zu übertragende Signal, der Crest-Faktor ist null.

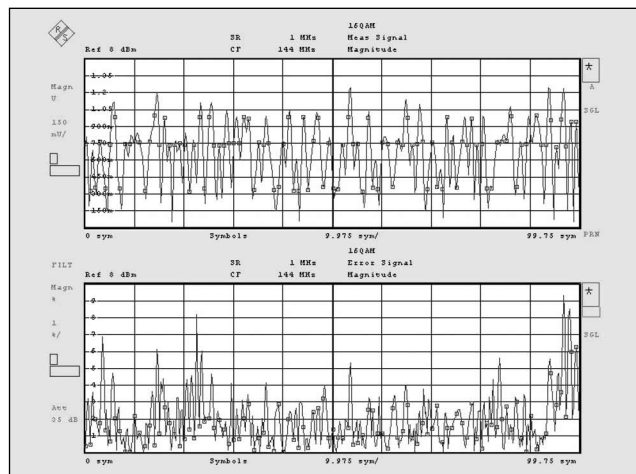


Abb. 2: Amplitudenfehler und Momentanamplitude eines 16-QAM-Signals

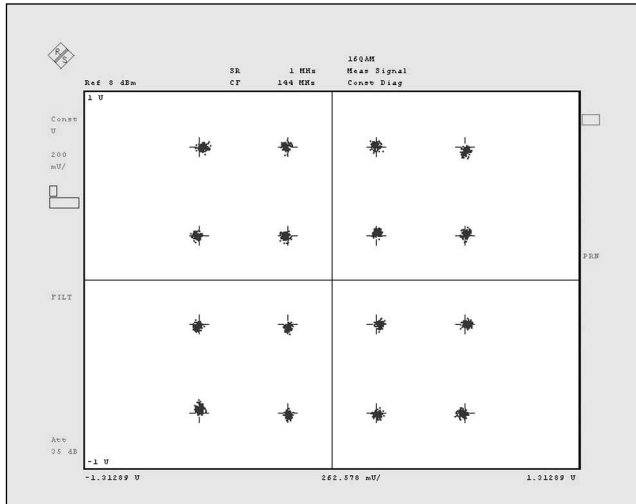


Abb. 3: Konstellationsdiagramm mit Amplitudenkompression, erkennbar an der Verschiebung der äußeren Konstellationspunkte

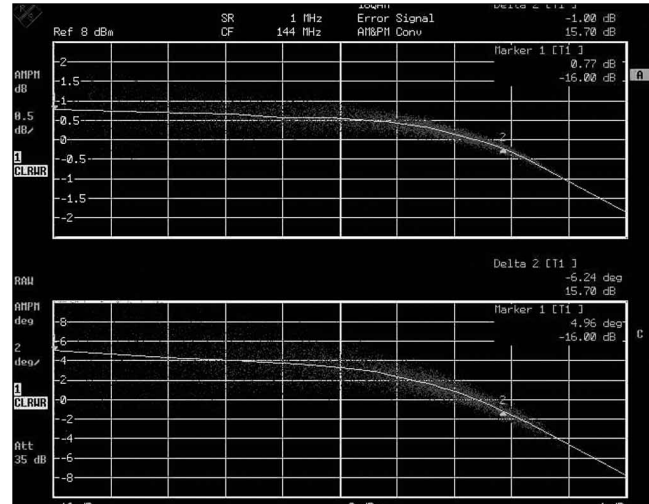


Abb. 4: AM/AM- und AM/PM-Konversion am Beispiel eines 16-QAM-Signals

► Die Pegeländerung pro Zeit in einem Pegel-Sweep ist sehr viel langsamer als die Amplitudenänderung im modulierten Signal. Dies ist von besonderer Bedeutung, da üblicherweise Verstärker für Signale mit hohen Crest-Faktoren nicht darauf ausgelegt sind, fortwährend die größten Leistungsspitzen zu liefern, sondern nur kurzzeitig. Unterschiedliche Geschwindigkeiten beim Pegel-Sweep können deshalb unterschiedliche Messergebnisse bringen, wie Abb. 1 zeigt. Die mittels Netzwerkanalysator gewonnenen Kennlinienparameter sind also nur bedingt brauchbar, die Verstärkung wird in vielen Fällen zu klein gemessen.

Bei Verwendung eines Vektorsignalanalysators mit einem einfachen Messaufbau kann man dagegen aus dem Betriebssignal (beispielsweise QPSK mit 11 MHz Symbolrate wie beim WLAN-Standard 802.11b, AM/AM- und AM/PM-Parameter bestimmen und so realitätsnähere Ergebnisse erzielen.

Ein Vektorsignalanalysator für digital modulierte Signale demoduliert das Signal und errechnet intern aus den gesendeten Daten mit wählbarer Überabtastrung ein ideales Signal als Referenz, der Dateninhalt bzw. das gesendete Signal muss also nicht a priori bekannt sein. Bekannt und korrekt eingestellt sein müssen z.B. Modulationsart, Symbolrate, Sendefilter, Empfangsfilter. Das Referenzsignal wird mit dem gemessenen Signal zu allen Abtastzeitpunkten verglichen und so die Modulationsfehler bestimmt. Neben anderen Parametern werden dabei auch Phasenfehler und Amplitudenfehler bestimmt, also genau die Parameter, die zur Bestimmung der AM/AM- und AM/PM-Kompression notwendig sind. Üblicherweise werden die Fehlersignale allerdings nur in Abhängigkeit der Zeit (in

Modulationssymbolen) dargestellt, ähnlich wie in Abbildung 2, bei dem die obere Messkurve den Amplitudenfehler, die untere Messkurve die Momentanamplitude zeigt. Die Symbolzeitpunkte sind hier durch Quadrate gekennzeichnet.

Stellt man nun den Amplitudenfehler und den Phasenfehler für jeden Abtastwert über der Signalamplitude dar und mittelt dies für viele Abtastzeitpunkte, so erhält man direkt die Kurven für die AM/AM- und AM/PM-Konversion (Abb. 4). Aus den Messwerten (graue Kurve) wird eine interpolierte und geglättete Kurve berechnet (durchgehend graue Kurve).

Ein Punkt ist hierbei allerdings noch zu beachten: Normalerweise wird das Signal empfangsgefiltert, um ein Intersymbolinterferenzfreies Signal zur optimalen Demodulation zu erhalten. Übliche QPSK-Verfahren verwenden einen RRC-Filter als Sendefilter und einen ebensolchen als Empfangsfilter. Für die Messung der AM/AM- und AM/PM-Konversion darf der Empfangsfilter nur zur Demodulation wirksam sein und nicht auch im Messzweig. Sonst verändert der Empfangsfilter die Rohdaten und das Messergebnis beschreibt damit nicht allein den Verstärker.

Zusätzlich lässt sich dieses Verfahren auch auf geburstete Signale, wie z.B. EDGE anwenden, da der Vektoranalysator die Bursts und deren nutzbaren Anteil bestimmt und die Modulationsmessung nur darüber ausführt.

Ein Verfahren wie oben beschrieben ist erstmals in der Option FSQ-K70, Vektorsignalanalyse zum Signalanalysator R&S FSQ von Rohde& Schwarz implementiert. Das Konstellationsdiagramm eines 16-QAM-Signals in Abb. 3 zeigt deutlich die Kompressionseffekte als Verschiebung der vier äußersten Konstellationspunkte mit den höchsten Pegeln. Ein Messergebnis zur AM/AM-Konversi-

on, das daraus gewonnen wurde, zeigt Abbildung 4.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind:

- Die Messung erfolgt mit Betriebssignalen, also mit den richtigen Bandbreiten und CREST-Faktoren
- Das Stimulussignal muss keinen vordefinierten Dateninhalt haben
- In einem IEC-Bus steuerbaren Gerät implementiert, damit also auch in Testsystemen einsetzbar
- Mit einer Messrate von bis 30 Messungen pro Sekunde ist die Messgeschwindigkeit ausreichend auch für Produktionsanwendungen
- Neben AM/AM und AM/PM können auch wichtige Modulationsparameter wie z.B. EVM bestimmt werden

Da die Vektorsignalanalyse beim R&S FSQ in einem Spektrumanalysator mit hoher Dynamik integriert werden kann, können nicht nur die notwendigen Daten zur Verstärkerlinearisierung gemessen werden, sondern mit demselben Gerät auch die tatsächlich erreichte Verbesserung z.B. bei der Absenkung der Nachbarkanalleistung. Dieses Verfahren bietet dem Verstärkerentwickler eine schnelle und einfach anzuwendende Methode zur Charakterisierung von Verstärkern mit ‚Life‘-Signalen.

Beitrag als PDF im Internet:

www.duv24.net
more @ click TK4B0401