

## Optimierung des Durchsatzes von Produktionstests mit Signal- oder Spektrumanalysatoren

**Der Durchsatz ist bei automatischen Testsystemen für Produktionstests das oberste Kriterium. Werden in solchen Systemen Signalanalysatoren eingesetzt, muss meist ein Kompromiss zwischen Geschwindigkeit, Reproduzierbarkeit und Dynamikbereich gefunden werden.**



Die meisten modernen Signalanalysatoren (einschließlich denen der Familie X von Agilent) sind mit Wobbeln Funktionen ausgerüstet, können also das fragliche Spektrum durchstimmen. Deswegen können diese Geräte für viele anspruchsvolle Messaufgaben optimiert werden. Im Folgenden werden einige dieser Funktionen vorgestellt und besprochen, wie sie am günstigsten eingesetzt werden, wenn der Durchsatz eines Testsystems maximiert werden soll.

### **Geschwindigkeit, Reproduzierbarkeit und Dynamikbereich**

Man kann eigentlich nicht über die Geschwindigkeit einer Messung diskutieren, ohne die Reproduzierbarkeit im Blick zu behalten. Die Standardabweichung einer Messung lässt sich zwar mittels Durchschnittsbildung verringern, das kostet aber Zeit. Meistens muss daher ein Kompromiss zwischen Messzeit und Reproduzierbarkeit geschlossen werden. Der Zusammenhang zwischen Messzeit und Reproduzierbarkeit ist offensichtlich, dass aber auch eine Beziehung zwischen Messzeit

und Dynamikbereich besteht, wird häufig übersehen. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Messung eines kleinen Signals, für die die Auflösungsbandbreite reduziert werden muss (was die Wobbelzeit verlängert). Manchmal werden Einzelmessungen definiert, die dann ohne Berücksichtigung eines übergeordneten Plans einfach aneinanderhängt werden. Der maximale Durchsatz wird aber nur dann erreicht, wenn der komplette Testplan im Auge behalten wird und dabei Messgeschwindigkeit, Reproduzierbarkeit und Dynamikbereich gleichermaßen berücksichtigt werden.

### **Erstellung des Testplans**

Der erste Schritt zur Erstellung eines Testplans besteht darin, die geplanten Messungen zunächst einzeln durchzuführen und sie einzeln im Sinne der oben genannten drei Kriterien zu optimieren. Bild 1 zeigt die Reproduzierbarkeit einer schnellen Messung der Nachbarkanalleistung (ACP, Adjacent Channel Power), aufgetragen gegen die Mess- und Datenübertragungszeit. Wird die Zahl der Einzel-

messungen vergrößert, verbessert das die Reproduzierbarkeit der Messung. Wird die Messzeit verlängert, können mehr Einzelmessungen durchgeführt werden, was wiederum die Reproduzierbarkeit verbessert. Bei der optimalen Messzeit ergibt sich eine Standardabweichung, die noch genug Reserven lässt, dass das Testobjekt die vorgegebenen Grenzen beim Dynamikbereich sicher einhält. Ist ein größerer Dynamikbereich verfügbar, dann ist eine größere Standardabweichung bei der ACP-Messung vertretbar. Dies ergibt eine schnellere Messung, die dennoch sicher stellt, dass die Testobjekte die gesetzte Grenze einhalten. Dieses Beispiel zeigt, wie Messgeschwindigkeit, Reproduzierbarkeit und Dynamikbereich miteinander zusammenhängen.

Eine Verbesserung des Dynamikbereichs kann Zeit kosten, muss es aber nicht. Angenommen, das Grundrauschen des Analysators soll verringert werden. Dann könnte hierzu die Auflösungsbandbreite reduziert werden, was wiederum die Wobbelzeit erhöht und die Messung generell verlangsamt. Falls das möglich ist, könnte aber auch die Eingangsdämpfung verringert

*Von Bob Nelson & Peter  
Mosshammer, Agilent  
Technologies*

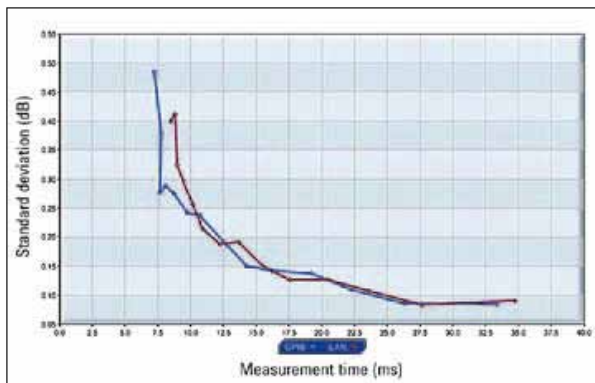


Bild 1: Standardabweichung für eine schnelle Messung der Nachbaranalleistung mit einem Signalanalysator der Familie X

oder der Vorverstärker dazugeschaltet werden. Das würde das Grundrauschen verringern, ohne eine Zeitstrafe zu kosten. Einige Analysatoren verfügen über einen zuschaltbaren rauscharmen Messweg, auch mit ihm kann das Rauschen reduziert werden, ohne dass eine Zeitstrafe dafür in Kauf genommen werden muss.

Ist die optimale Einstellung für jede Einzelmessung gefunden worden, gilt es, hieraus den Testplan zu erstellen. Zunächst wird geprüft, ob Messungen parallel durchgeführt werden können. Ein Beispiel hierfür ist die Messung des Fehlervektorbetrags (EVM, Error Vector Magnitude) mit dem Signalanalysator, die gleichzeitig mit einer Leistungsmessung mittels Leistungsmessgerät durchgeführt werden kann. Ist das Leistungsmessgerät mit seiner Messung fertig, kann auch das Ergebnis der EVM-Messung ausgelesen werden. In den meisten Fällen dürfte der Testplan verschachtelte Schleifen aufweisen. Muss die gleiche Messung mehrmals mit jeweils verschiedenen Parametern durchgeführt werden (etwa bei unterschiedlichen Ein- oder Ausgangspegeln, Spannungen und Strömen), ist das der übliche Weg. Hierbei ist wichtig, dass die jeweils schnellere Messung in die innere Schleife kommt und die langsamere in die äußere, denn die inneren Schleifen werden häufiger durchlaufen als die äußeren. Bild 2 verdeutlicht

diesen Zusammenhang nochmals grafisch.

### Weitere Methoden zur Reduktion der Testzeit

Eine nennenswerte Reduktion der Testzeit kann dadurch erreicht werden, dass die Bildschirmdarstellung abgeschaltet wird (die bei einem automatisierten Testsystem ohnehin zweitrangig ist). Dies wird in fast allen Fällen die Messzeit verkürzen, je nachdem, welchen prozentualen Anteil die Bildschirmdarstellung an der Messzeit hat.

Werden kombinierte Messungen durchgeführt, etwa in einer Anwendung, die simultan GSM, EDGE und W-CDMA misst, können mit einer einzigen Datenerfassung gleich mehrere Messungen erledigt werden. Eine derartig kombinierte Messung könnte beispielsweise den Fehlervektorbetrag (EVM), das Sendesignalspektrum (ORFS, Output RF Spectrum), die Leistung über der Zeit (PVT, Power Versus Time) und die Sendeleistung messen und die auf einer einzigen Datenerfassung basierenden Ergebnisse zusammen zum Controller übertragen. Das ist erheblich schneller, als wenn diese Messungen einzeln durchgeführt würden. Verfügt der Analysator über ausgefeilte Markerfunktionen, können manuell Messungen wie etwa Kanalleistung, ACP und Phasenrauschen (dBc) ausgewählt werden, wobei die aktuelle Messung oder die

Betriebsart manchmal geändert werden muss.

Der Listenwobbelbetrieb kann verwendet werden, mehrere Messungen mit Wobbelbandbreite 0 Hz (also eigentlich Einzelmessungen) auf verschiedenen Frequenzen durchzuführen und so jeweils sehr schnell Ergebnisse zu erhalten. Das ist eine sinnvolle Methode für die Messung von harmonischen Verzerrungen oder dem TOI (Third Order Intercept), da hierbei Signale auf bekannten Frequenzen gemessen werden.

Viele Spektrumanalysatoren und Signalanalysatoren haben verschiedene Schnittstellen für die Kommunikation mit anderen Geräten, insbesondere GPIB, Gigabit-LAN oder USB. Wenn große Datenmengen zu übertragen sind, sollten die beiden letzteren Schnittstellen verwendet werden.

### Wobbel-Spektrumanalysator und Vektor-Signalanalysator

Viele moderne Spektrumanalysatoren und Signalanalysatoren können sowohl als Wobbelanalysatoren als auch als

Vektor-Signalanalysatoren fungieren. In den meisten Fällen ist es viel schneller, große Frequenzbereiche mit der Wobbelfunktion zu überstreichen als mit einer schnellen Fourier-Transformation (FFT). Kleine Frequenzbereiche jedoch können schneller mit einer FFT erfasst werden. Wenn es primär um Messgeschwindigkeit geht, kann im Menü „Wobbelregeln“ (Sweep Type Rules) die Option „geschwindigkeitsoptimiert“ gewählt werden. Dann wählt das Gerät selbst das jeweils schnellste Verfahren.

### Fazit

Der vorliegende Artikel kann nur anreißern, wie Tests im Rahmen der Produktion optimiert werden können. Dennoch dürften einige der besprochenen Maßnahmen den Durchsatz bereits verbessern. Werden die dargestellten Überlegungen getroffen, bevor der Testplan steht, spart dies sowohl Zeit für die Entwicklung des Testsystems als auch im gesamten Testplan.

■ Agilent Technologies  
www.agilent.com

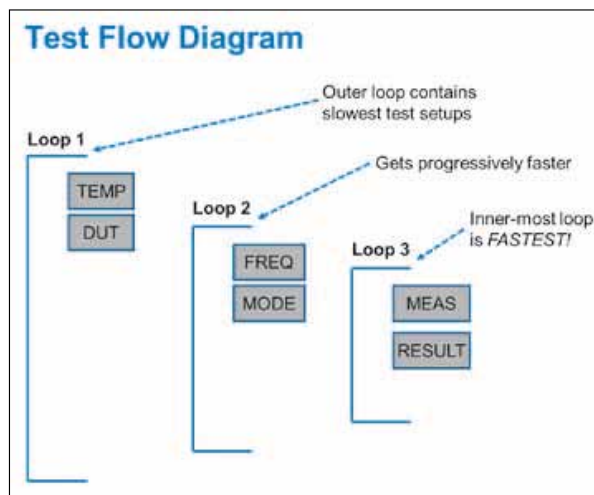


Bild 2: Testablauf mit mehreren, ineinander verschachtelten Schleifen.

Testablaufdiagramm: Die äußerste Schleife enthält die langsamste Messung. Wird nach und nach schneller. Die innere Schleife ist am schnellsten.