

NPR-Messverfahren

Der Beitrag erklärt die herkömmliche NPR-Messung mit Hilfe eines Notchfilters und beschreibt ein alternatives Verfahren ohne Notchfilter.

NPR-Messung über Notchfilter

Das gängige Verfahren zur NPR-Messung (NPR=Noise Power Ratio) an HF-Empfängern, beinhaltet einen Rauschgenerator und ein schmalbandige, steiles Kerbfilter, mit einer Sperrdämpfung von 100dB, so dass im Boden des Kerbfilters nur noch das Grundrauschen (MDS) des Empfängers sichtbar ist (Bild 1). Wird das angelegte, externe Rauschsignal soweit vergrößert, bis der SDR in seine Sättigung kommt, erscheint auch im Sockel des Filters ein zusätzliches Rauschen, welches die entstehende Intermodulation anzeigt. Gleichzeitig erhöht sich auch das Rauschen am NF-Ausgang des Empfänger nach $(S+N)/N=2$ um 3dB. Dieser Punkt entspricht dann der maximalen Aussteuerung (P_{TOT}) des zu prüfenden SDR's bzw. seiner größten, verzerrungsfreien Dynamik.

Als Beispiel zeigt Bild 2 die NPR-Messung an einem breitbandigen, 14Bit SDR ohne Front-End Filter (ColibriNANO, fe=0-55MHz), gemessen mit einer Rauschbandbreite von 0 bis 55MHz und einem Kerbfilter von 2.4MHz. Bei einem eingespeisten Rauschpegel (P_{TOT}) von -28dBm entsteht ein max. NPR von **50dBc**. Im Bildschirm kann das NPR abgelesen werden, es entspricht dem Unterschied von eingespeister Rauschleistung (P_{TOT}) zur Grenzeempfindlichkeit (MDS).

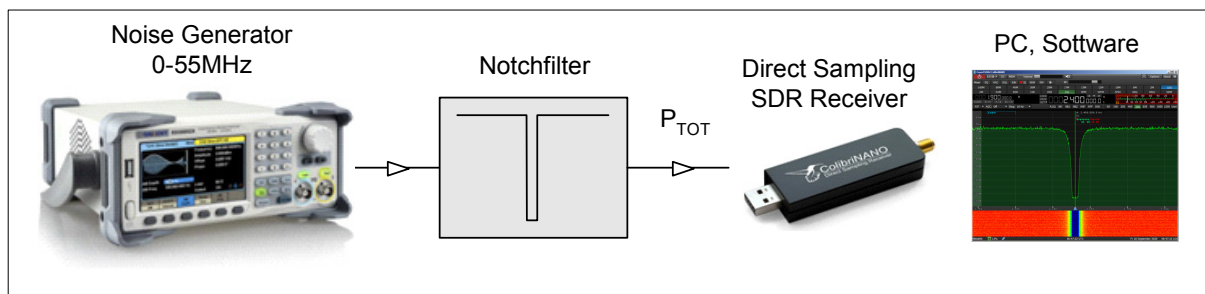


Bild 1: Klassischer NPR-Messplatz

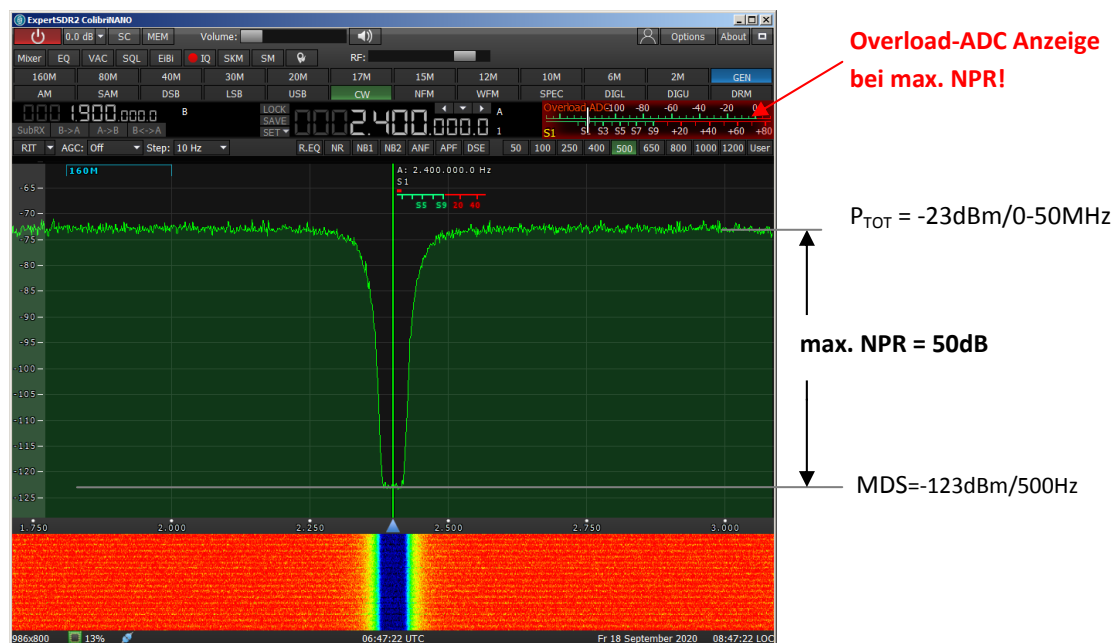


Bild 2: Klassische NPR-Messung über ein Notchfilter (Kerbfilter)

Die Berechnung des NPR erfolgt über die Gleichung

$NPR = P_{TOT} - 10\log(\text{Rauschbandbreite/Auflösungsbandbreite}) - \text{Empfindlichkeit}$

$NPR = -23\text{dBm} - 10\log(55\text{MHz}/500\text{Hz}) - 123\text{dBm} = -23\text{dBm} - 50\text{dB} - (-123\text{dBm}) = 50\text{dB}$

Wird der SDR dann nur noch um einige dB weiter ausgesteuert, gerät sein ADC fast schlagartig in Begrenzung (Saturation), und erzeugt massiv IM-Produkte (**Bild 3**).

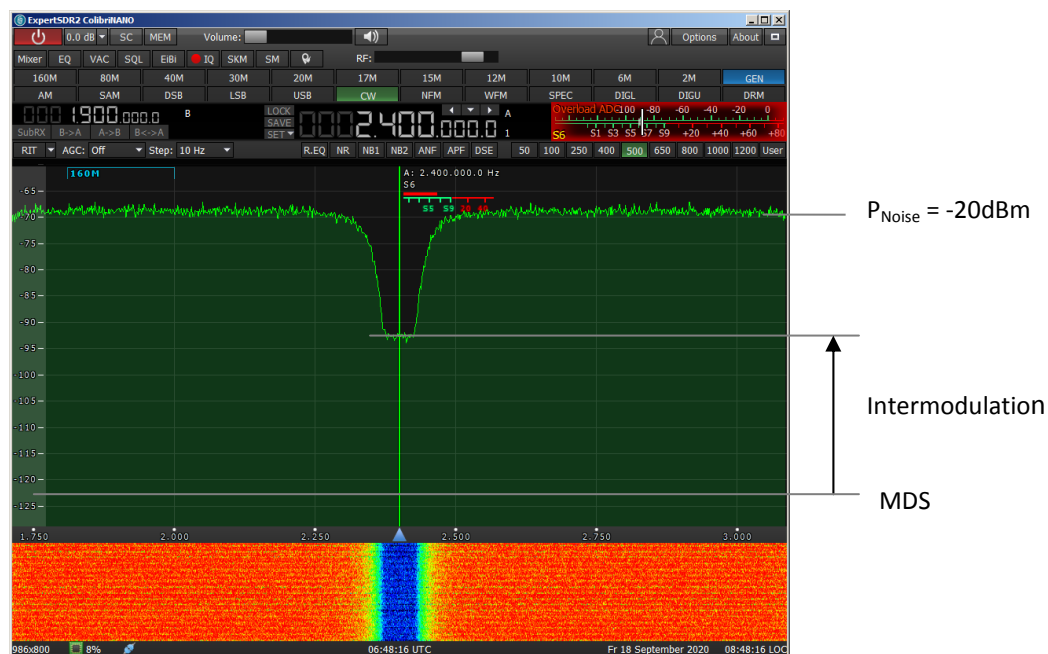


Bild 3: SDR übersteuert

Vorteile und Nachteile

Vorteilhaft an der klassischen NPR-Messung ist die sehr genaue NPR-Ermittlung über den Rauschanstieg im Boden des Notchfilters bzw. über den Rauschanstieg am NF-Ausgang. Geeignet für analoge und digitale Empfänger.

Es gelten folgende Nachteile: Ein geeigneter NPR-Messplatz ist z.B. der Rauschpegelsender RS-50 von Wandel & Goltermann (**1, 2**), der aber aufgrund seines Alters (Baujahr 1970) nur noch schwer zu beschaffen ist. Der W&G RS-50 wurde ursprünglich auch nicht für NPR-Messungen an SDR-Receiver entwickelt, wodurch ihm einige wichtige Funktionen fehlen. Das NPR kann nur auf speziellen Frequenzen gemessen werden, bei z.B. 1248kHz, 2438kHz oder 3886kHz, jedoch nicht direkt auf den gültigen Amateurfunk-Bändern. Die größte, wählbare Rauschbandbreite beträgt nur 316...17300kHz, so dass ein NPR auf höheren Frequenzen, wie z.B. im 15- oder 10m-Band, nicht mehr ermittelt werden kann. Der Selbstbau eines NPR-Messplatzes, mit passenden Notchfiltern für alle Bänder, die über eine Sperrdämpfung von 100dB verfügen, ist schwierig und aufwändig (**3**).

Eine Alternative zu analogen NPR-Prüfgeräten wäre ein Vektor-Signal-Generator, aber geeignete Instrumente, wie z.B. der SMBV100A von R&S, sind sehr kostspielig und verfügen über keine ausreichende Sperrtiefe.

NPR-Ermittlung über Overload-ADC-Anzeige

Bei der klassischen NPR-Messung über ein Notchfilter in Bild 2 ist zu erkennen, dass bei maximalem NPR gleichzeitig eine rote Warnmeldung "Overload-ADC" im Bildschirm erscheint. Diese Meldung

zeigt an, dass sich der ADC kurz vor seiner Sättigung befindet. Da die Overload-ADC Meldung und der max. NPR bei gleichem Rauschpegel (P_{TOT}) entstehen, läßt sich die Overload-Anzeige demnach auch zur Ermittlung des NPR verwenden, wobei das Notchfilter dann nicht mehr benötigt wird!

Bei der Messung in **Bild 4** habe ich das Notchfilter weggelassen und ermittle das NPR nur noch über die ADC Overload-Anzeige. Das ist natürlich dann keine "NPR-Messung" mehr, sondern eine NPR-Ermittlung über die Overflow-Anzeige. Der SDR wird hierbei quasi als Messgerät benutzt. Man benötigt jetzt nur noch einen Rauschgenerator, der möglichst den gesamten Empfangsbereich des SDR's abdecken sollte.

Messablauf: Zunächst muß die Grenzeempfindlichkeit (Grundrauschen, MDS) des Empfängers (**Bild 5, links**), ermittelt werden, ohne ein Eingangssignal. Dann wird der Rauschgenerator angeschlossen und der Pegel so weit erhöht, bis die Overload-ADC Anzeige im Display aufleuchtet (**Bild 5, rechts**). Dies erfolgt genau wie zuvor bei einem Pegel $P_{TOT} = -23\text{dBm}$. Die Warnmeldung leuchtet hierbei jedoch nicht durchgängig, wie es bei einem starken CW-Signal der Fall wäre, sondern erscheint nur als eine blinkende Anzeige. Die maximale Aussteuerung des ADC's ist in diesem Moment erreicht und der Unterschied zwischen eingespeistem Rauschen (P_{TOT}) und Empfindlichkeit (MDS) entspricht dem maximalen NPR. Auch hier komme ich auf einen NPR von exakt 50dB. Die NPR Berechnung erfolgt genauso wie zuvor:

$$\text{NPR} = -23\text{dBm} - 10\lg(55\text{MHz}/500\text{Hz}) - 123\text{dBm} = -23\text{dBm} - 50\text{dB} - (-123\text{dBm}) = 50\text{dB}$$

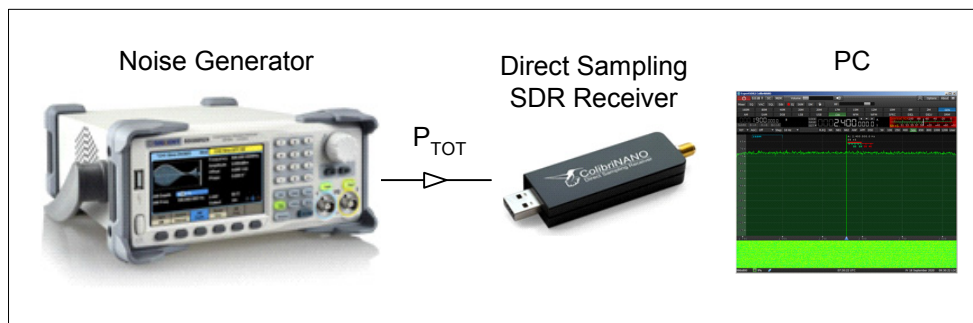
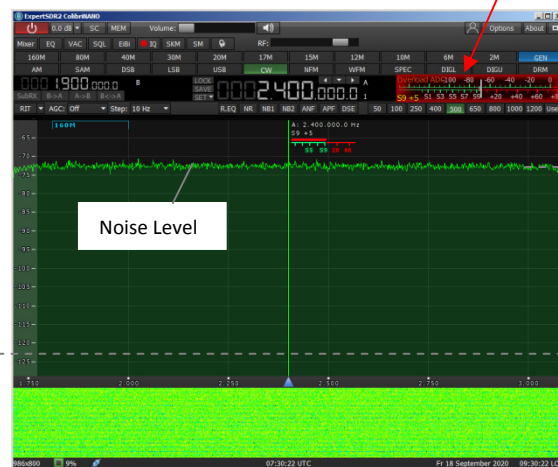
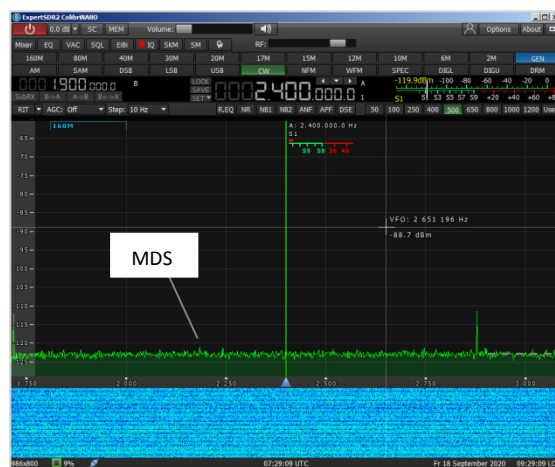


Bild 4: NPR-Messaufbau



Overload-ADC erscheint im Bildschirm

$P_{TOT} = -23\text{dBm}/0-50\text{MHz}$
NPR = 50dB
 $MDS = -123\text{dBm}/500\text{Hz}$

Bild 5: NPR-Ermittlung des ColibriNANO über seine Overload-ADC-Anzeige

Vor- und Nachteile

Vorteile der NPR-Ermittlung über die Overload-ADC Anzeige:

- Einfache und schnelle Messung.
- Die NPR-Ermittlung kann auf jeder beliebigen Frequenz des SDR's durchgeführt werden, wie z.B. auf 1.8MHz, 3.7MHz, 7.1MHz, 14.1MHz, 21.2MHz und 28.2MHz.
- Ohne Notchfilter: Aufwendige Notchfilter mit 100dB Dämpfung sind nicht mehr erforderlich.

Nachteile:

Die NPR-Messung kann nur mit direktabtastenden SDR's funktionieren, die über eine "ADC-Overload" Anzeige verfügen. Bei Messungen am IC-7300 oder ColibriNANO, komme ich zu jeweils gleichen NPR-Resultaten wie mit Notchfilter. Ob die Messung auch auf anderen SDR's mit OVL-Anzeige ebenso funktioniert, kann ich nicht sagen!

Resümee

Die beschriebene NPR-Ermittlung über die ADC-Overload Anzeige soll und kann die klassische NPR-Messung über geeignete Notchfilter natürlich nicht ersetzen. Der Aufwand für einen NPR-Messplatz ist jedoch ziemlich hoch und die NPR-Erfassung über OVL soll eine "bezahlbare" Alternative aufzeigen.

Werner Schnorrenberg
DC4KU
01.10.2020

Literatur:

(1) Noise Power Ratio (NPR) Testing of HF-Receiver, Adam Farson

https://www.ab4oj.com/test/docs/npr_test.pdf

(2) Noise Power Ratio Testing, Adam Farson

<https://www.ab4oj.com/nsprog/npr.pdf>

(3) HF-Measurements, OE3HKL, Kurt Hoffelner

<http://www.oe3hkl.com/hf-measurements/npr-messplatz-rauschgenerator.html>

(4) NPR und Rauschbandbreite, DC4KU

https://dc4ku.darc.de/NPR_und_Rauschbandbreite_DC4KU.pdf