

Transmitter IMD-Test mit Rauschen

Die Intermodulation von Sendern, wird in der Regel mit einem NF 2-Ton Signal ermittelt. Dieses Verfahren hat sich bewährt, weil sich darüber die produzierte Intermodulation verschiedener Transceiver gut vergleichen läßt (**Bild 1**).

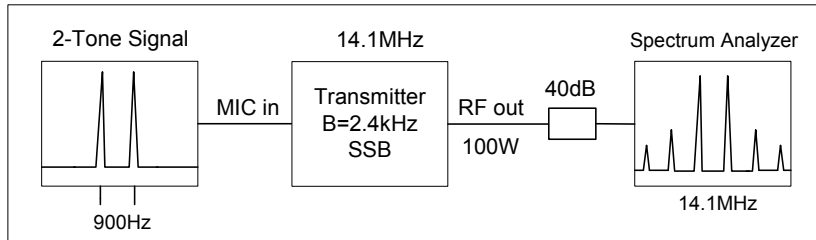


Bild 1: Klassische IMD-Messung eines Senders über ein 2-Ton Signal

Bei QSOs wird der Sender jedoch nicht nur mit einem 2-Ton NF-Signal angesteuert, sondern mit der Sprachmodulation von z.B. 300-2400Hz. Um die dabei tatsächlich entstehende Intermodulation zu erfassen, müsste man das Mikrofon minutenlang besprechen und die entstehenden Spektren am Analysator festhalten (max. Hold). Aber auch darüber lässt sich der Pegel aller auftretenden IM-Produkte nicht erfassen.

Viel einfacher und auch realistischer, läßt sich die Intermodulation eines Senders über ein niederfrequentes, weißes Rauschband erfassen (**Bild 2**). Hierzu wird anstelle des 2-Ton Signals ein bandbegrenztetes NF-Rauschsignal in den Mikrofoneingang des Transceivers eingespeist. Das Resultat beider IMD-Messungen zeigt **Bild 3**.

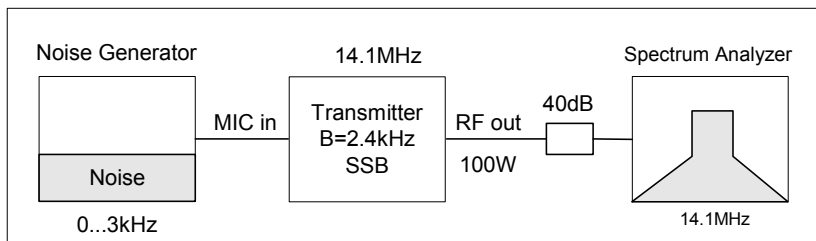


Bild 2: Messung der Intermodulation über ein NF-Rauschsignal

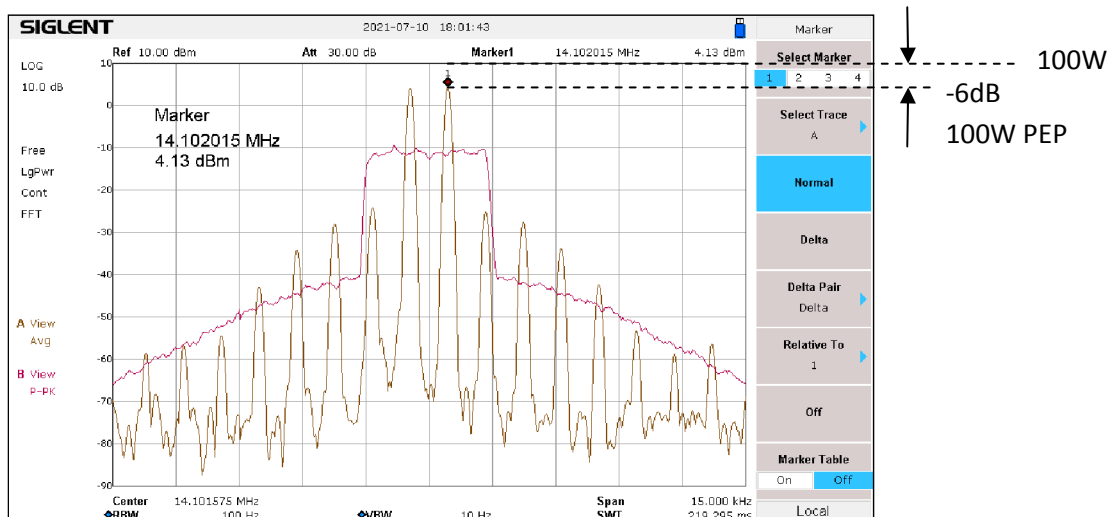


Bild 3: IMD-Messung über 2-Ton und Rauschen, P=100W

Der fast rechteckige Block (Hüllkurve) in der Mitte des Spektrums zeigt die Bandbreite des SSB-Filters, angesteuert vom weißen Rauschen des Modulationssignals. Theoretisch müssten beide Flanken weiter steil nach unten bis hin zum Grundrauschen verlaufen, in der Praxis tun sie das leider nicht. Schon im Abstand von 30dBc entstehen die ersten IMD-Produkte, deren Pegel sich in Richtung höherer und tieferer Frequenz nur langsam verkleinern. Bemerkenswert, und bei fast allen modernen Transceivern schon fast typisch ist, dass sich der IMD3-Abstand bei geringer Leistung nicht verbessert sondern verschlechtert, von z.B. 30dBc auf 26dBc. Mit Hilfe des Rauschspektrums lässt sich gut abschätzen, ob eine andere Station im Abstand von z.B. 10kHz schon problemlos arbeiten kann.

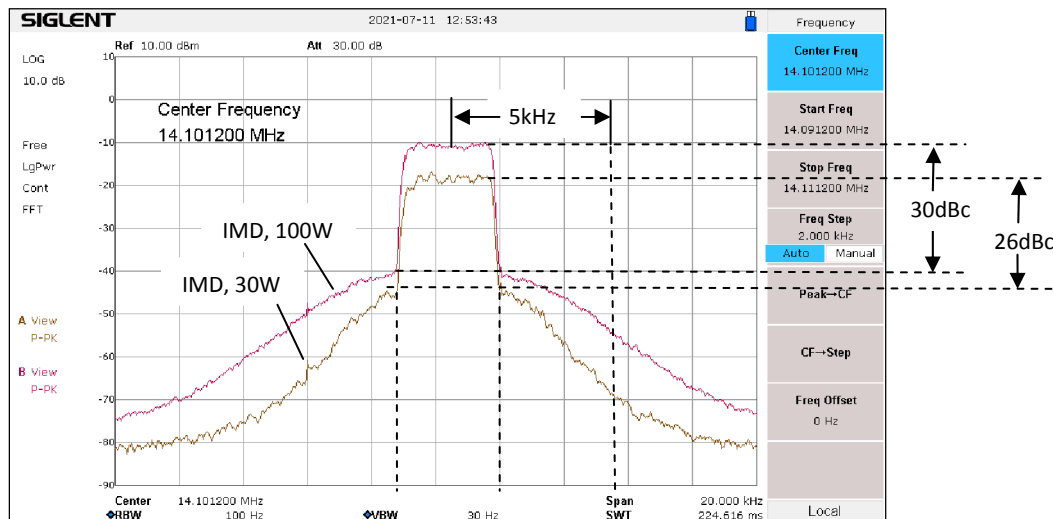


Bild 4: IMD-Verlauf bei 100 Watt (violett) und 30 Watt (gelb)

Aufgrund des eingespeisten Rauschens, werden keine einzelnen Spektrallinien mehr angezeigt, sondern ein kumulatives Spektrum, bestehend aus vielen IMD-Produkten. Aus diesem Grund ist eine IMD-Messung mit Rauschen realistischer, als mit nur 2 Signalen. Das Verfahren ist aber auch sehr hart und streng, ähnlich der NPR-Messung an Receivern und vermutlich werden deswegen solche Kurven von den meisten Herstellern in deren Datenblättern nicht gezeigt.



Bild 5: Rauschspektrum am Spectrum Scope des Transceivers, B=2.4kHz (SSB)

Dass es auch Transmitter mit großem IMD3-Abstand gibt, zeigt **Bild 6**. Bei einer Ausgangsleistung von 20 Watt, entstehen die ersten IMD-Produkte erst bei -42dBc bzw. -48dBc bezogen auf PEP und fallen auf beiden Seiten auch relativ schnell ab.

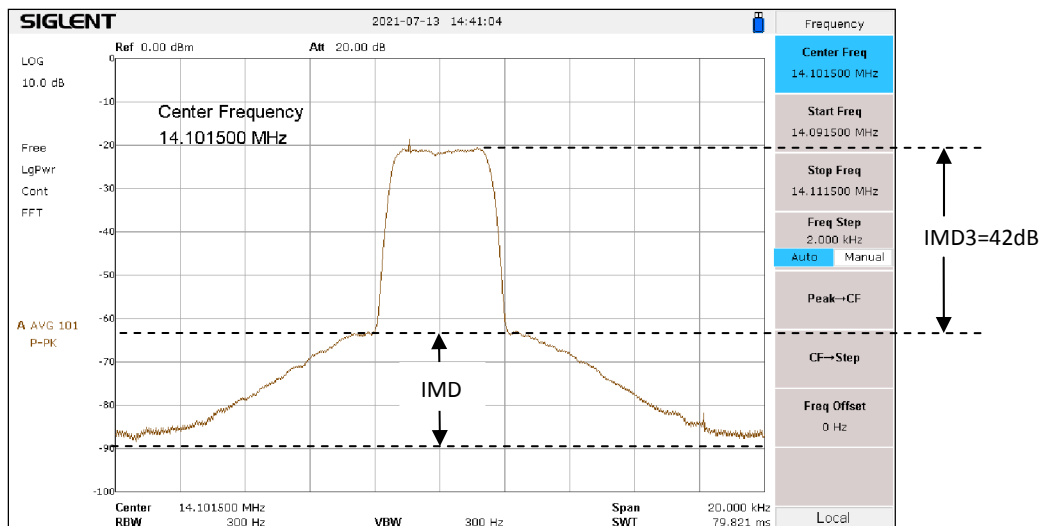


Bild 6: Spektrum eines guten Transmitters mit geringem IMD-Abstand

Zusammenfassung

Die Intermodulationsmessung an Sendern mit Hilfe eines NF-Rauschsignals ist vorteilhaft, denn sie zeigt lückenlos sämtliche IMD-Störungen über beliebig große Frequenzbereiche. Eine solche Messung ist im Prinzip genauer und ehrlicher, als die Messung nur über ein NF 2-Ton Signal. Der maximale IMD-Abstand eines Senders, egal welcher Leistung, sollte 30dBc grundsätzlich nicht unterschreiten. Wichtig ist weiterhin, dass die IMD-Produkte rechts und links zum Nutzkanal relativ schnell abfallen, so dass die Nachbarkanäle nicht gestört werden. Gute HF-Sender erreichen einen IMD3-Abstand von über 40dBc.

Werner Schnorrenberg

DC4KU

13.07.2021, Rev. 13.08.2021

Literatur

(1) Seitenbandrauschen von Sendern

FUNKAMATEUR 09/2021