Messung kleiner Signale über dem Rauschen eines Analysators

Mit einem Sektrumanalysator lassen sich auch sehr kleine Signale messen, die sich in der Nähe seines Grundrauschens befinden, wie z.B. bei der Empfindlichkeitsmessung (MDS) eines Empfängers. Hierbei wird das eingespeiste CW-Signal soweit verkleinert, bis der SSB-Überlagerungston am Lautsprecher des Empfängers mit nur noch mit 3dB über dem Rauschen erfassbar ist.
Damit ein so kleines Signal am Bildschirm des Spektrumanalysators noch erkennbar ist, wurde die Skalierung der Amplitude auf 1dB/Div eingestellt und zur Glättung des Rauschens eine Video-Bandbreite von 1Hz gewählt **(Bild 1)**. Der Pegel des +3dB-Signals beträgt im Beispiel -87,4dBm und liegt gemäß (S+N)/N=2 genau 3dB über dem Rauschen des Analysators.
Rauschen und Sinussignale sind jedoch völlig unterschiedliche Signale und es stellt sich Frage, ob der der angezeigte Pegel von -87,4dBm tatsächlich dem Pegel des eingespeisten CW-Signals entspricht.

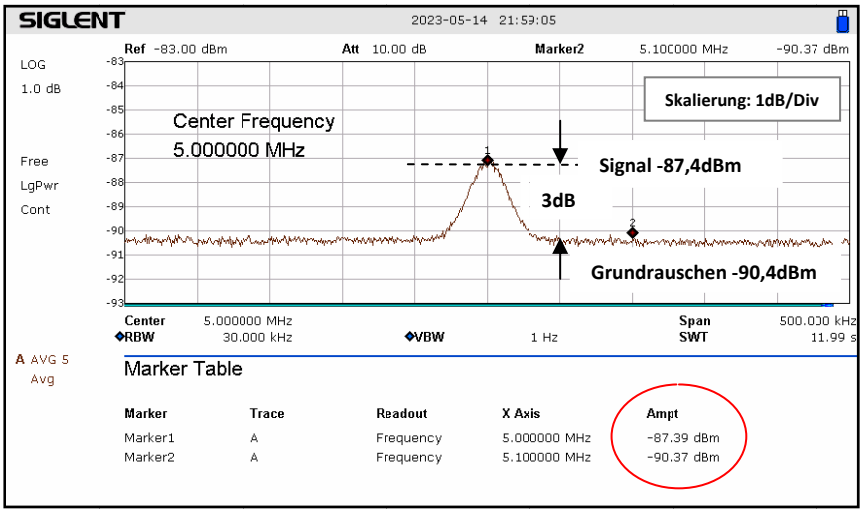

Bild 1: CW-Signal mit 3dB über dem Rauschen

In Wirklichkeit beträgt der Pegel des CW-Signals -90,4dBm und entspricht damit exakt dem Pegel des Grundrauschens. Trotzdem zeigt der Analysator einen Pegel -87,4dBm an, also einen Fehler von 87,4dBm - (-90,4dBm) = 3dB. Der Messfehler des Analysators entsteht dadurch, dass sich die gleich großen Signale des Grundrauschens und des CW-Signals addieren und der Pegel des CW-Signals gemäß (S+N)/N=2 am Analysator um 3dB zu hoch angezeigt wird.

Welcher Messfehler entsteht bei einem Signal/Rausch-Abstand von 5dB?

Ein CW-Signal mit 5dB über dem Rauschen zeigt **Bild 2**. Der Rauschpegel (L_r) beträgt auch hier -90,4dBm ohne angelegtes Signal. Mit CW-Signal steigt die Anzeige auf L_{tot} = auf -85,4dBm (+5dB).

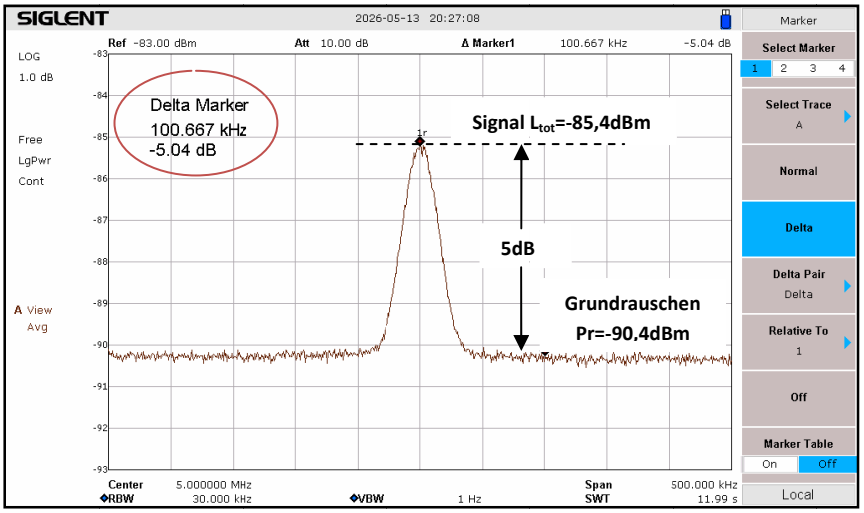

Bild 2: CW-Signal mit 5dB über dem Rauschen

Um die tatsächliche Leistung des CW-Signals herauszufinden, berechnen wir zunächst die Leistung des Grundrauschens (P_r) und des CW-Signals (P_{tot}) in mW.

$P_r = 10^{-90.4/10}$ mW = $9.12x10^{-10}$ mW
$P_{tot} = 10^{-85.4/10}$ mW = 28.84×10^{-10} mW

Die Leistung (P) des CW-Signals erhält man durch Substruktion beider Leistungswerte

$P = P_{tot} - P_r$

$P = (28.84 \times 10^{-10}mW) - (9.12 \times 10^{-10}mW) = 19.72 \times 10^{-10}mW$

entsprechend einer Leistung in dBm von

$L_{P/1mW} = 10log19.72 \times 10^{-10}mW =$ **-87.0dBm**

Der Pegel des CW-Signals liegt demnach um $L_{tot} - L_P$ = -85.4dBm - (-87.0dBm) = **1.6dB** unterhalb des Messwertes.
Ergebnis: Selbst bei einem Signalabstand von 5dB zum Rauschen entsteht immer noch ein relativ großer Messfehler. Erst bei Vergrößerung des CW-Signals auf 10dB über Rauschen, verkleinert sich der Fehler auf 0,23dB, so dass bei Signalen von >=10dB das Meßergebnis meist nicht mehr korrigiert wird.

Bild 3 zeigt die Korrekturkurve für Messwerte von 1 bis 10dB über dem Rauschen.

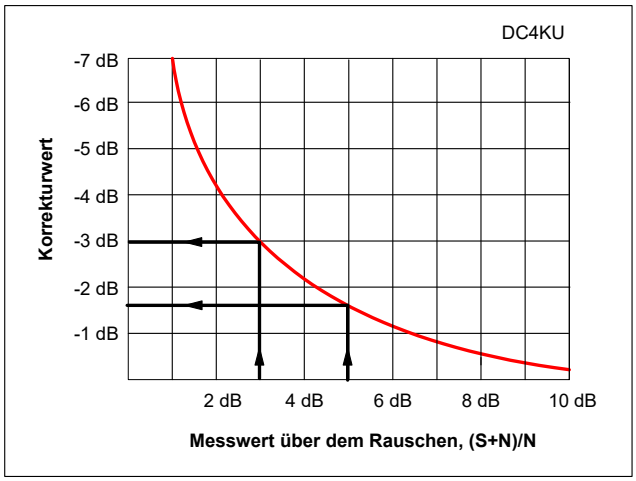

Bild 3: Korrekturkurve kleiner Signale über Rauschen

Werner Schnorrenberg
DC4KU
18. Mai 2026