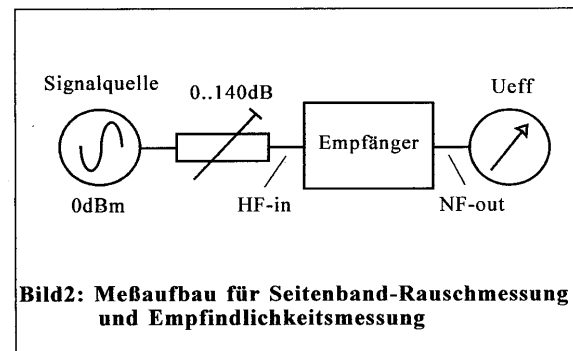
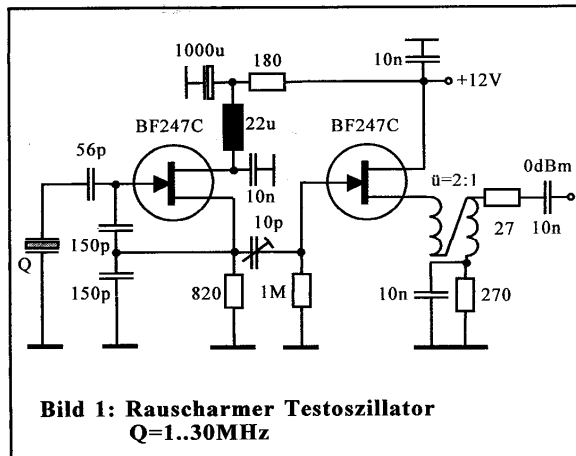


Messung der Empfindlichkeit und Rauschzahl eines SSB-Empfängers

Empfindlichkeit

Als Maß der Empfindlichkeit ist das Grundrauschen des Empfängers definiert. Legt man ein Signal an den Empfängereingang dessen Pegel das Empfängerrauschen (NF-Ausgangspegel) um 3dB anhebt, dann entspricht die Leistung des Signals nach $(S+N)/N=2$ der des Grundrauschens. Für diese Messung benötigt man einen rauscharmen Testoszillator mit 0 dBm Ausgangspegel (**Bild 1**), eine Eichleitung von 0-140dB und ein AC-NF-Voltmeter.



Den Messaufbau zeigt **Bild 2**. Zunächst stellt man den NF-Ausgangspegel (U_{eff}) ohne Signal am Voltmeter auf relativ 0 dB ein. Mit angeschlossenem Signal vermindert man anschließend die Dämpfung der Eichleitung -ausgehend von -140dB- soweit, bis die NF-Ausgangsspannung am Voltmeter um den Faktor 1,414 ($20\log U_2/U_1 = 3\text{dB}$) ansteigt. Den Überlagerungston stellt man hierbei auf ca. 1 kHz ein.

Die Empfindlichkeit (S) des Empfängers entspricht dann dem eingestellten Dämpfungswert, im Beispiel:

$$S = -130\text{dBm} / 2,4\text{kHz Bandbreite}$$

Nach der Gleichung

$$P_R(W) = K \cdot t_0 \cdot B \quad \text{mit} \quad \begin{array}{l} P_R = \text{Rauschleistung} \\ K = \text{Bolzmankonstante} \\ t_0 = \text{Temperatur} \\ B = \text{Bandbreite} \end{array}$$

ist die Rauschleistung bei konstanter Temperatur (t_0) direkt abhängig von der Messbandbreite B. Deshalb ist eine Angabe der Empfindlichkeit ohne Benennung der Messbandbreite (genauer: Rauschbandbreite) unzulässig!

Rauschzahl

Nach Ermittlung der Grenzempfindlichkeit des Empfängers, kann die Rauschzahl (F) bzw. das Rauschmaß (NF in dB) berechnet werden. Dazu muss die Rauschbandbreite des eingesetzten Selektionsfilters bekannt sein. Die Messung der Rauschbandbreite eines Filters ist sehr aufwendig und würde den Rahmen dieses Artikels sprengen (2). Vereinfacht kann man aber davon ausgehen, dass die Rauschbandbreite eines Quarzfilters der -6dB-Bandbreite entspricht bzw. dem 1,2-fachen der -3dB-Bandbreite. Die -6dB-Bandbreite des im Beispiel verwendeten Filters (XF-9B) beträgt lt. Datenblatt 2,4kHz.

Bezieht man nun die Empfängerempfindlichkeit (S) auf die theoretische Rauschbandbreite von 1 Hz, erhöht sich die Empfindlichkeit um den Faktor 2400 bzw. logarithmisch um den Wert von $10\log 2400 = 34\text{dB}$.

$$S = -130 \text{ dBm} - 34\text{dB} = -164\text{dBm/Hz}$$

Der Grenzwert der Empfindlichkeit ist bekanntlich -174dBm/Hz . Die Differenz beider Werte ergibt das Rauschmaß (Noise Figure, NF) des Empfängers

$$\text{NF} = -164\text{dBm/Hz} - (-174\text{dBm/Hz}) = 10\text{dB}$$

Mit anderen Worten: Der Signal/Rausch-Abstand(S/N) eines empfangenen Signals verschlechtert sich um 10dB zwischen Eingang und Ausgang des Empfängers

Literatur:

- (1) CQ-DL 5/91, Messung nichtlinearer Verzerrungen, S. 183-185, Werner Schnorrenberg
- (2) Rauschmessungen mit dem Spektrumanalysator, W.Schnorrenberg
https://dc4ku.darc.de/Rauschmessungen_mit_dem_SA.pdf

Werner Schnorrenberg
DC4KU