

IP3, MDS und Dynamikbereich beim RX

Diese Begriffe stellen neben der Selektivität die wichtigsten Merkmale eines RX dar.

Allerdings sind z.B. Angaben über den IP3 oder MDS (Rauschflur, Grenzepfindlichkeit) jeweils allein komplett sinnlos. Wichtig für die Güte eines RX ist ausschließlich die Kombination aus beiden, der sogenannte Dynamikbereich. Der definiert nämlich, wie groß mehrere Eingangssignale maximal sein dürfen, um Verzerrungsprodukte (IM) nicht größer als den Rauschpegel (MDS) des RX werden zu lassen. Dieses, genauer auch als "intermodulationsfreier Dynamikbereich" bezeichnete "Fenster" wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{DynB}[\text{dB/Hz}] = 2/3 * (\text{IP3}[\text{dbm}] - \text{MDS}[\text{dbm/Hz}])$$

Da das MDS (im Gegensatz zum IP3 und der Rauschzahl NF) von der Bandbreite abhängt, ist folgerichtig auch der Dynamikbereich davon abhängig, etwas, das oft vergessen wird. Da es sich eingebürgert hat, die Werte für MDS in einer Bandbreite von 500Hz anzugeben, sind alle folgenden Beispiele auf 500Hz bezogen (Das lässt sich leicht für SSB umrechnen – dort ist dann das MDS um 7db und der Dynamikbereich um knapp 5db schlechter).

Hier ein Beispiel, um zu zeigen, wie wichtig die Angabe beider Werte ist:

- a) IP3 = -10dbm, MDS = -145dbm → DynB = 90db
- b) IP3 = +20dbm, MDS = -115dbm → DynB = 90db

Ein weiteres Beispiel dafür, dass man u.U. vorschnell die falschen Schlüsse ziehen kann, ist der NE602, der mit seinem niedrigen IP3 als unbrauchbar selbst für halbwegs akzeptable Empfänger gilt. Wenn man sich anhand der Daten einmal den erzielbaren Dynamikbereich errechnet, ist das Ergebnis durchaus überraschend:

Daten des NE602/SA612: NF = 5db (bei Re=1,5 kOhm), IP3 = -13dbm, Mischverstärkung 17db.

Aus der Rauschzahl errechnet sich ein MDS von -143dbm (500Hz). Das ergibt mit der obigen Formel einen Dynamikbereich von immerhin ca. 86db.

Beim NE602 kann man das niedrige Rauschen durch die hohe Mischverstärkung voll ausnutzen, während bei Empfängern mit Passivmischern (DBMs usw.) durch den Mischverlust von ca. 6db unbedingt ein sehr rauscharmer Postmixer-Verstärker gebraucht wird.

Der NE602 ist also für durchaus gute Einsteigerempfänger geeignet, wenn man das verfügbare Dynamikfenster auch richtig entsprechend der Antennenspannung anpasst. Ein RX ohne Vorverstärker, mit einem Bandpass mit 3db Dämpfung (sekundär auf 1,5kOhm angepasst) und einem Dämpfungsglied von 30db(!) besitzt einen IP3 von +20dbm und ein MDS von -110dbm, was z.B. abends auf 40m evtl. sogar immer noch zu empfindlich ist (entspricht 0,7µV). Und wer hat schon mal daran gedacht, vor den Mixer einen 30dbAbschwächer zu hängen?

Ein IE500 oder vergleichbare Typen (z.B. TUF-1) zeigen einen IP3 von ca. +15dbm, aber nur bei idealen, breitbandigen Abschlüssen auf allen drei Ports. Schon durch einen reaktiven Abschluss (Filter) kann man den IP3 durchaus auf 0dbm bringen. Daher ist ein reeller, breitbandiger Abschluss zumindest beim LO und der ZF erforderlich. Wenn das gewährleistet ist, kann ein DynB bis zu 100db (ohne VV) drin sein:

Beispiel: mit einem DBM ohne VV, mit Inputfilter (-5db) und sehr rauscharmem Postmixer-Verstärker kann man mit einer Rauschzahl von 16db (→MDS = -132dbm) und einem effektiven IP3 von >+15dbm rechnen. Damit kommt man auf 98-99db Dynamik (500Hz), ein sehr guter Wert.

Ich möchte damit nur aufzeigen, dass die Ermittlung des Dynamikbereichs und das richtige Verschieben dieses Fensters mit Dämpfungsgliedern zur Anpassung an die jeweiligen Antennenspannungen die Empfangsleistung eines Empfängers sehr stark beeinflusst.