

1kW LDMOSFET Endstufe für Kurzwelle

IM3 Messungen und der Ruhestrom

Bei der IM3 Messungen von PAs ist das Sprichwort „Wer Mist misst, misst Mist“ nur allzu wahr und gültig. Die meiste Zeit und Arbeit fällt auf das Ausschließen von Fehlmessungen, und das ist alles andere als einfach. Daher sind folgende Messergebnisse mit gesunder Skepsis zu betrachten auch wenn ich mein bestes gegeben habe.

Zunächst wurde die Qualität des 2-ton Generators überprüft, den ich mit Hilfe eines 2-kanal Rigol Funktionsgenerators und eines frequenzunabhängigen Summierers realisiert habe. Das Ergebnis war sehr gut, die IM3 Produkte konnte ich nicht messen, sie waren unterhalb der Auflösung des Analysers.

Als Steuersender kam ein IC7300 zum Einsatz. Das ist ein rein digitales Funkgerät. Wie sich herausstellte ist es für IM3 Messungen alles andere als ideal. Durch die digitale Verarbeitung sendet es alle möglichen Zipfel quer über den Nutzkanal. Die IM3 Produkte des IC7300 waren trotzdem erkennbar, sie lagen auf 7MHz bei -28dBc (28dB unter dem Nutzsignal) und zwar bei kleiner Leistung. Bei großer Leistung (100W) war der IM3 des IC-7300 besser, aber ich kann meine PA nicht mit 100W ansteuern.

Daumenregel:

als groben Anhaltspunkt kann man sagen, dass hörbare Verzerrungen ab einem IM3 von schlechter als -20dBc beginnen. Über 20dBc hört man sie nicht mehr und ab 30dBc würde ich das Gerät als recht gut bezeichnen. Einen IM3 unter 20dBc sollte man vermeiden.

So gesehen ist der IC-7300 ganz brauchbar, aber für die Messung nicht ideal, da er das Ergebnis verfälschen würde.

die PA wurde daher direkt aus dem Generator angesteuert, damit erreiche ich zwar nicht die volle Ausgangsleistung, aber für diese Messung war es mir gut genug.

Ruhestrommessung LDMOS PA mit einem LDMOS Transistor:

die Messung des IM3 bei verschiedenen Ruhestromen wurde auf 7 MHz durchgeführt mit folgendem Ergebnis:

Ruhestrom [A]	IM3 [dBc]
0,1	19,6
0,5	21,0
1,0	23,5
1,5	27,2
2,0	29,8
2,5	31,1

natürlich soll der Ruhestrom so klein wie möglich sein, bei z.B. 2A beträgt die Verlustleistung bereits

100Watt ohne Nutzsignal.

Ich benutze 1,5A Ruhestrom. Stationen die einen SDR haben bescheinigen mir ein sauberes Signal im Wasserfall, damit bin ich zufrieden.

Mit diesen 1,5A habe ich noch auf verschiedenen Bändern gemessen:

160m ... -23 dBc

80m ... -21,6 dBc

40m ... 27,2 dBc

10m ... 25 dBc

Diese Messungen wurden ohne jede Gegenkopplung durchgeführt, also ohne RC Glieder zwischen Drain und Gate.

Mit einer Gegenkopplung kann man den IM3 deutlich verbessern, handelt sich damit aber eine böse Falle ein: Geht am Ausgang etwas schief (z.B. Antenne fällt herunter oder der Stecker geht kaputt usw), dann koppeln sich die am Drain entstehenden hohen Spannungen auf das Gate zurück. Viele OMs haben schon die schmerzliche Erfahrung gemacht, dass der BLF188XR das nicht aushält womit schlappe 200 Euro den Bach runtergehen. Jeder der diese Erfahrung machen musste hat sofort die Gegenkopplung entfernt. Ich habe daher erst gar keine eingebaut und kann mit obigen Werten gut leben nachdem die Rapporte perfekt sind.

IM3 Messung LDMOS PA mit 2 LDMOS Transistoren:

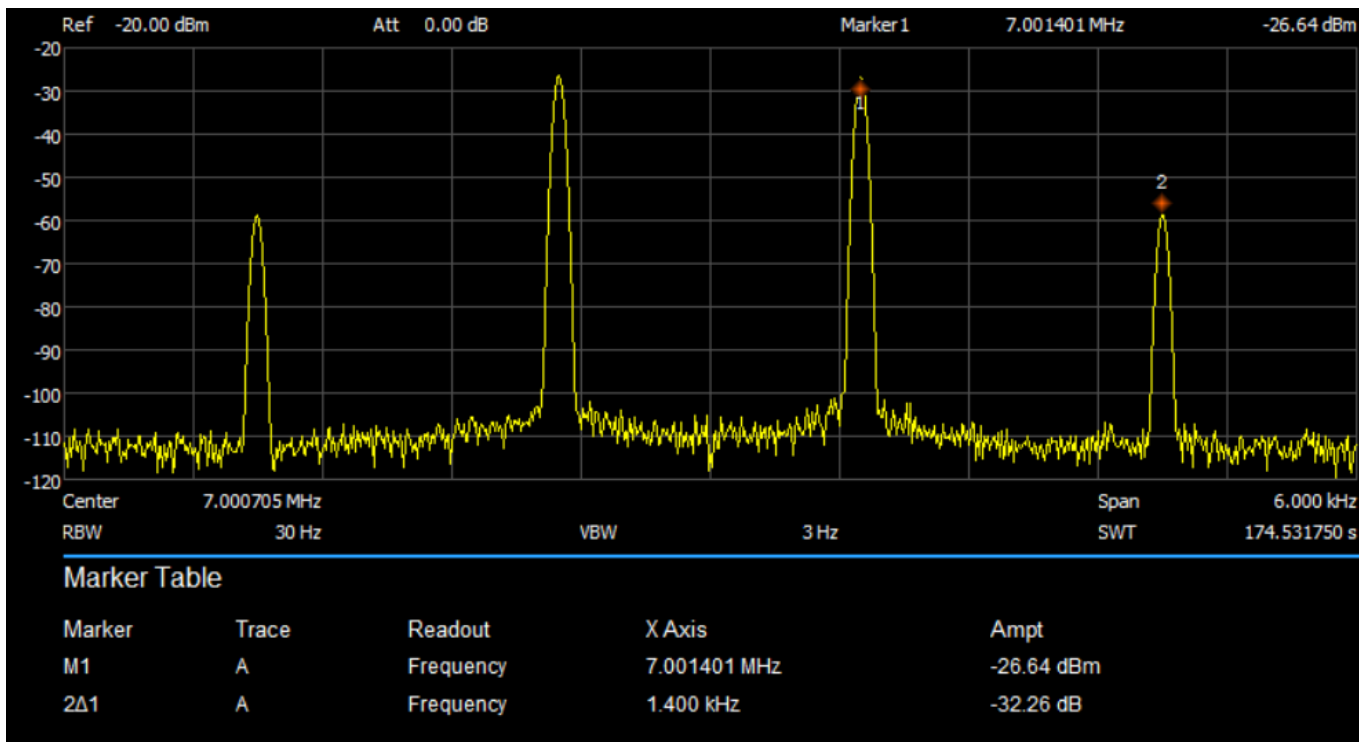
dieses Bild zeigt den IM3 bei einem Ruhestrom von insgesamt 4A (2A pro Transistor).

In der Mitte die beiden Träger bei 7,0 und 7,0014 MHz (1,4 kHz Differenz) und rechts und links die IM Produkte. Diese sind 32 dB unter dem Träger. Für eine PA ohne jede Gegenkopplung ist das schon ein beachtlicher Wert.

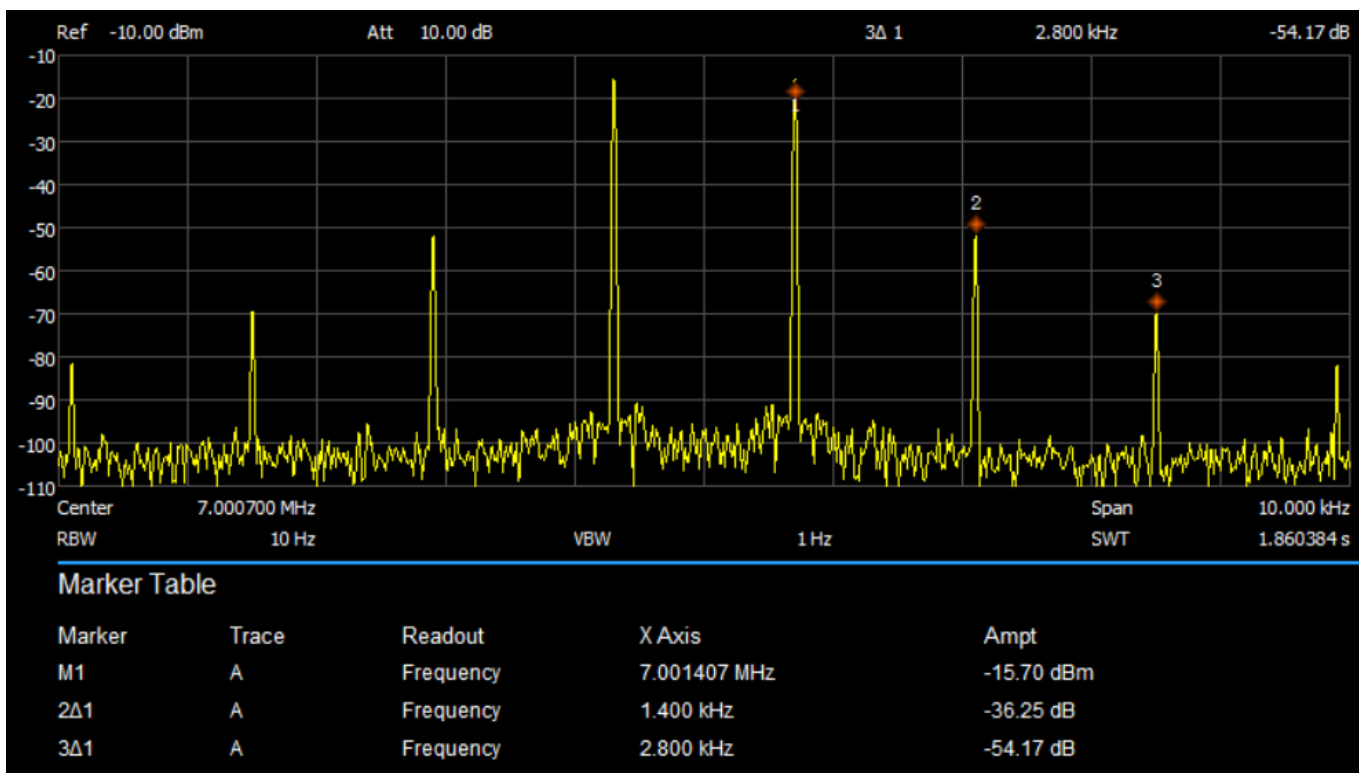
Der IM3 scheint frequenzabhängig zu sein, bei höheren Frequenzen wird er noch besser, es ist allerdings unklar ob das evt. an meinem Messaufbau liegt. Stationen mit einem SDR und Wasserfalldiagramm geben mir immer sehr gute Rapporte. Ich habe den Ruhestrom schließlich auf insgesamt 2A (1A pro Transistor) reduziert da das Signal hier immer noch gut ist und die Rapporte einwandfrei.

Dass der IM3 ein wenig besser ist als mit der 1-Transistor PA war zu erwarten.

IM3 bei 2A (2x 1A) Ruhestrom: -32,26 dBc

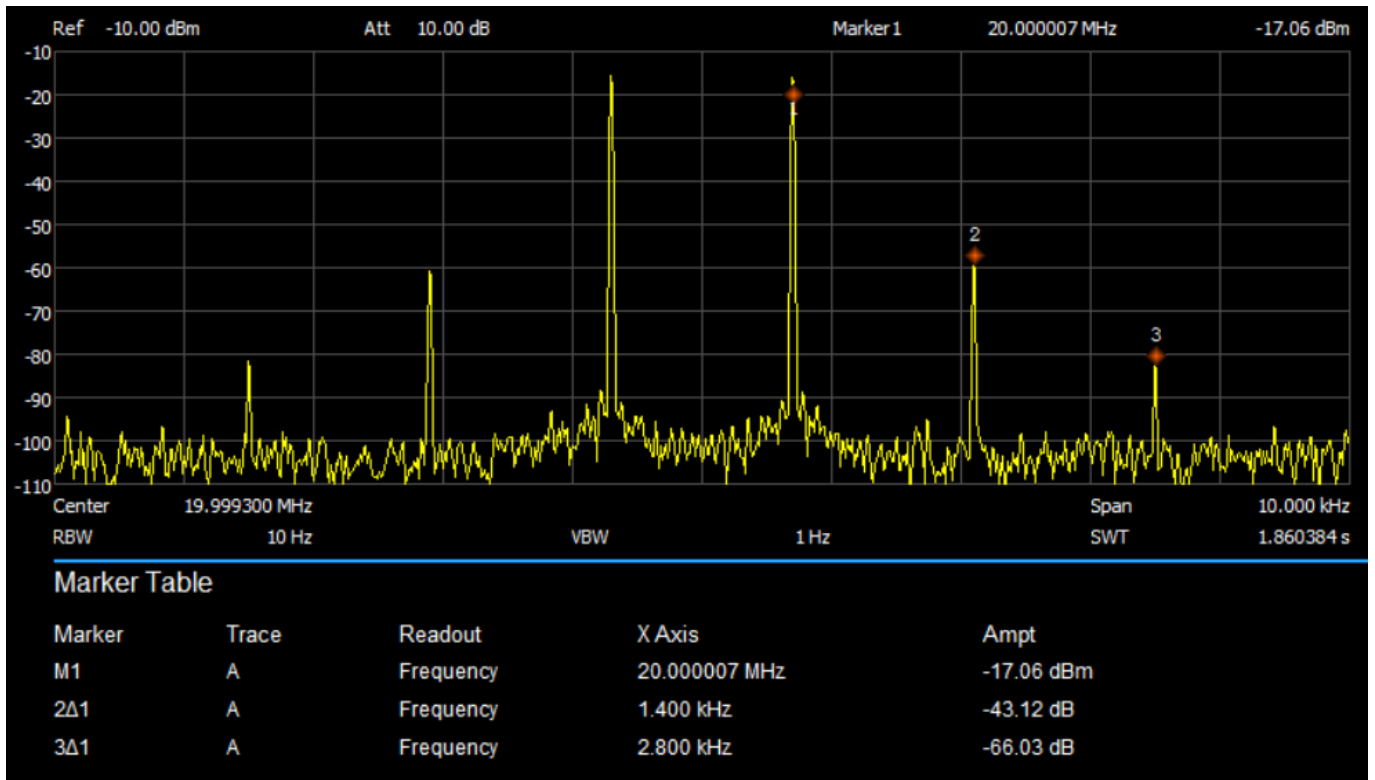


IM3 bei 3A (2x 1,5A) Ruhestrom: -36,25 dBc



und hier noch auf 20 MHz bei ansonsten gleichen Einstellungen

IM3 bei 3A (2x 1,5A) Ruhestrom: -43,12 dBc



warum es auf 20 MHz deutlich besser ist als auf 7 MHz ist mir derzeit unklar, hier gibt es evt. noch etwas zu erforschen.

From: <http://projects.dj0abr.de/> - **DJ0ABR Projects**

Permanent link: http://projects.dj0abr.de/doku.php?id=de:kwldmospa:kwpa_im3

Last update: **2021/04/02 01:58**