Signalstabilitätsverbesserung an dem Bausatz FA-2-HF Zweitongenerator zum Messen von IMA Produkten

Um analoge Empfänger bezüglich ihres Intermodulationsverhaltens messen zu können, dazu gehören auch alle Transceiver, wird vom Funkamateur dafür ein Bausatz angeboten:

https://www.box73.de/product_info.php?products_id=3847
Siehe auch hier: Komplettbausatz für den HF-Zweitongenerator nach DC4KU **(FA 8/16 - FA 12/16)**

Unter dem Link sind u.a. die Schaltung sowie der Aufbau und die Abgleichanweisung zu finden – PDF File.

Bausatz FA-2-HF-Zweitongenerator vom FUNKAMATEUR

Im folgenden Text möchte ich auf einige Modifikationen ohne Schaltungsänderung hinweisen. Lediglich einige Bauteile sollten entsprechend dieser Umbauinformation ausgewechselt werden. Der Grund war, einige Funktionen der Generatoren waren nicht so, wie sie für eine Messung an Empfangsgeräten zufriedenstellend und aussagekräftig für eine Bewertung sein sollten.

Ich habe zwei FA-2-HF Zweitongeneratoren aufgebaut, einer mit einem ∆f von 20kHz und einen mit ∆f 2kHz. So sollten übrigens alle Empfänger gemessen werden zwecks Beurteilung und gegebenenfalls mit einem ∆f von 200kHz zur Ermittlung der IMA Produkte!

Nun zu den Modifikationen am FA-2-HF-Zweitongenerator vom FUNKAMATEUR

Um eine höhere Amplitudenstabilität der obigen Originalschaltung zu erreichen sind einige Änderungen notwendig. Insbesondere bei einem Trägerabstand von 2kHz also 7050kHz/7052kHz. Hier sind Signalschwankungen von bis zu ±2dB der beiden Träger von mir gemessen worden, damit kann man nicht messen!

Aber auch bei der Original gelieferten Quarzbestückung 7030kHz/7050kHz schwang der Quarz 7050kHz sehr unwillig an!

Auf Grund dessen erfolgten die folgenden Änderungen an beiden Generatoren:

*Mir ist jedoch eines unklar, ich habe die im Bausatz gelieferten Transistoren VT1 und VT21 (BF247C) mit folgendem Resultat gemessen – siehe **Bild 1**!*

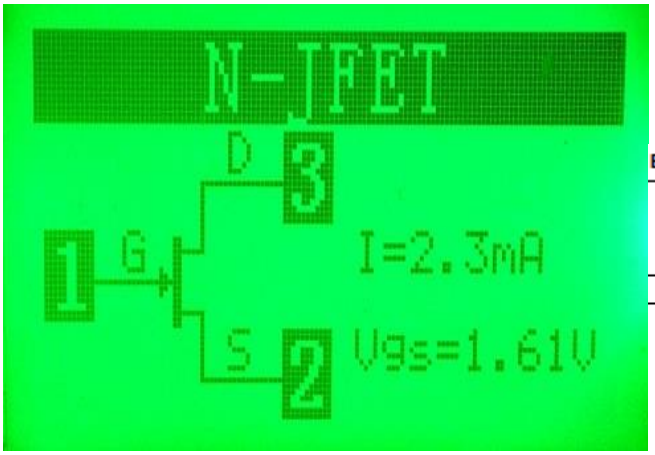
Bild 1

?

Signalstabilitätsverbesserung an dem Bausatz FA-2-HF
Zweitongenerator zum Messen von IMA Produkten

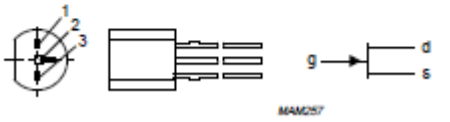
Bild 2

Im **Bild 2** ist ein aus Eigenbestand gemessener BF 247A dargestellt



BF247A; BF247B; BF247C

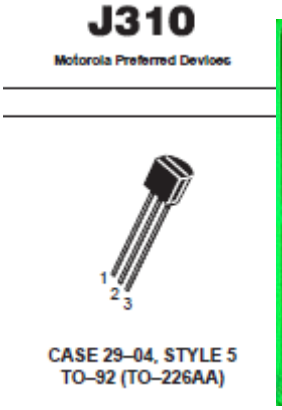
1	d	drain
2	s	source
3	g	gate

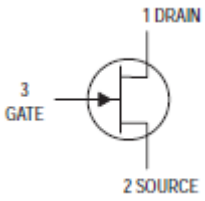


Anschlüsse von unten gesehen

Die von mir neu verwendeten Ersatz Transistoren VT1 und VT21 vom Typ **J 310** zeigten dieses Messergebnis

Bild 3





Ich empfehle diesen Transistor auch wegen ihres besseren IMA Verhalten.

Bei Einsatz des J310 ist darauf zu achten**, diesen um 180° verdreht gegenüber der aufgedruckten Leiterplatten Symbolik für VT1/VT21 einzusetzen!** Siehe dazu **Bild 4**

Des Weiteren müssen einige Frequenz- und Amplitudenstabilisierende Änderungen durch Austausch von einigen Kondensatoren durchgeführt werden.

Im Schaltbild sind **NP0** Kondensatoren angegeben und solche sollten es dann auch wirklich sein! Die dem Bausatz beigegebenen C 22, C23 und C 2, C3 können weiterhin eingesetzt werden.

*Ich möchte noch darauf hinweisen, dass die Bauteilbezeichnungen auf der Leiterplatte und dem Schaltbild immer so zu lesen sind z.B. VT**1** ist für den einen und VT**21** für den anderen Generator die Bauteilkennzeichnung!*

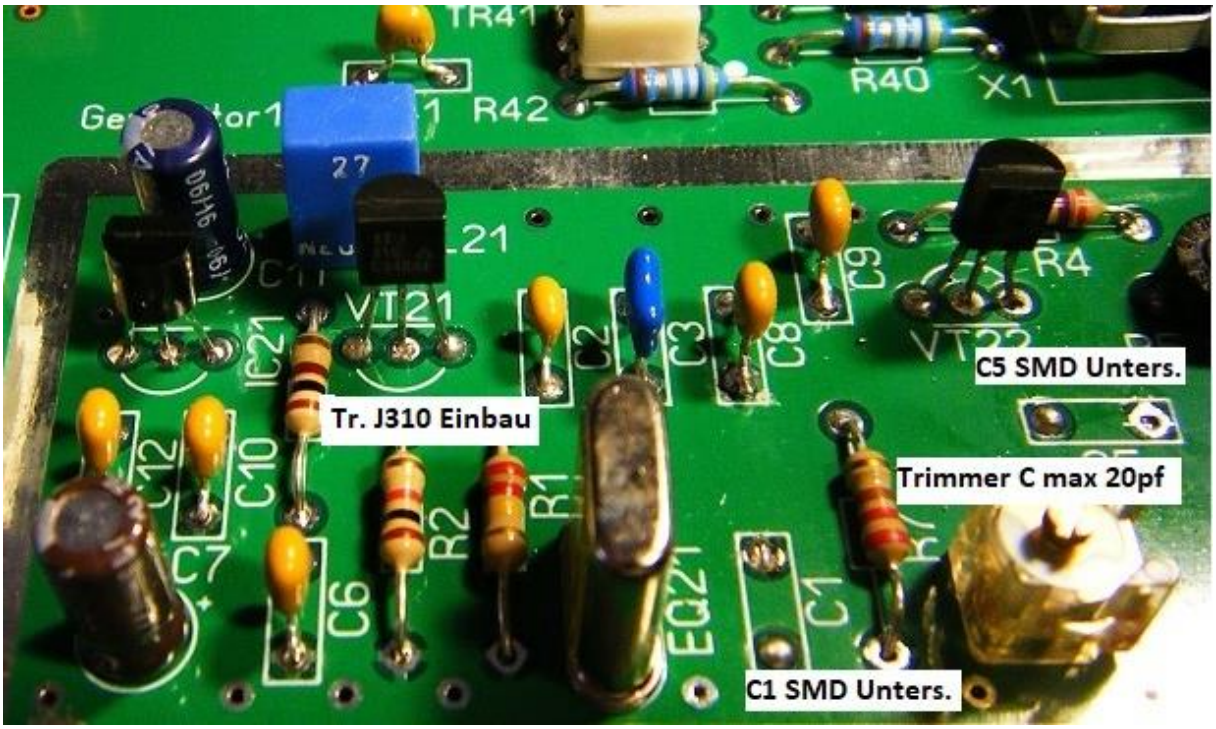
Besonders kritisch sind jedoch **C 21** und **C 1** ich habe diese durch hochwertige SMD 1206 NP0 22pF Typen ersetzt – *gegebenenfalls kann diesem noch ein NP0 (COG) Kondensator 8p2, bei Erfordernis, parallel geschaltet werden.* Diese Kondensatoren können als 1206 Bauform auf der Leiterbahnseite problemlos verlötet werden.

Gleiches gilt auch für den Kondensatoren Wechsel **C 5** und **C25** in NP0 *(COG)* 100pf, da diese in Verbindung mit den auch zu ändernden **C 4** und **C 24** Trimmkondensatoren 1,7 bis 20pF und bei dem Einsatz J310 Transistor bedingt andere kapazitive Spannungsteilungsverhältnisse hervorruft.

Durch diese Modifikation ändern sich die Anpassungsverhältnisse an der Stufe (VT1 VT21), da das Signal der Oszillatoren direkt am Quarz für die Verstärkerstufen VT 2 und VT 22 abgegriffen werden.

*** Sollte das Anschwingen der Quarz-Schaltung verzögert oder nicht stattfinden, dann sind die Kondensatoren **C 5** und **C25** in NP0 **82pf** zu ändern.*

Bild 4



Der gesamte Bausatz hat ein sehr gutes Preis-/Leistungsverhältnis! Die Schaltung von DC4KU ist sehr gut entwickelt! Alles ist vollständig, jedoch die oben beschriebenen geänderten Kondensatoren sollten durch eine höhere Qualität NP0 ersetzt werden. Die Aufbaubeschreibung ist gut und verständlich, für die Arbeitspunkte VT2/VT22 Einstellung mit R5 und R25 ist zur Minimierung der IMA 2.Ordnung ein Analyzer (gegebenenfalls ein Empfänger) notwendig. Bei geringstem IMA 2 ist der optimale Arbeitspunkt eingestellt. Durch die Einstellungen C 4 und C 24 Trimmkondensatoren kann die Ausgangsamplitude eingestellt werden.

Ein kleiner Wehrmutstropfen ist dabei, es ändert sich durch diese Einstellung die Frequenz geringfügig. Ist nicht weiter tragisch und kann in gewissen Grenzen durch Änderung mit C5/C25 ausgeglichen werden.

Nach diesen Modifikationen funktionieren meine beiden Bausätze stabil mit < ±0,12dB Pegeldifferenz bei Raumtemperatur.

Für mich war die Kompaktheit für einen portablen, einfachen Einsatz interessant. Dazu gehören natürlich auch die Dämpfungsschalter 0-60dB und 0-10dB die in einem Gehäuse untergebracht sind.

Meine stationären HF-Messsender R&S sind für portablen Betrieb nicht (so) geeignet, da einfach zu schwer und unhandlich für kleine Messungen am Messort!

Gemessen habe ich die HF-Eigenschaften der HF-Zweitongeneratoren mit einem Siglent SSA 3021X Spektrum Analyzer.

Bild 5 der gesamte Innenaufbau mit teils ersichtlichen Modifikationen

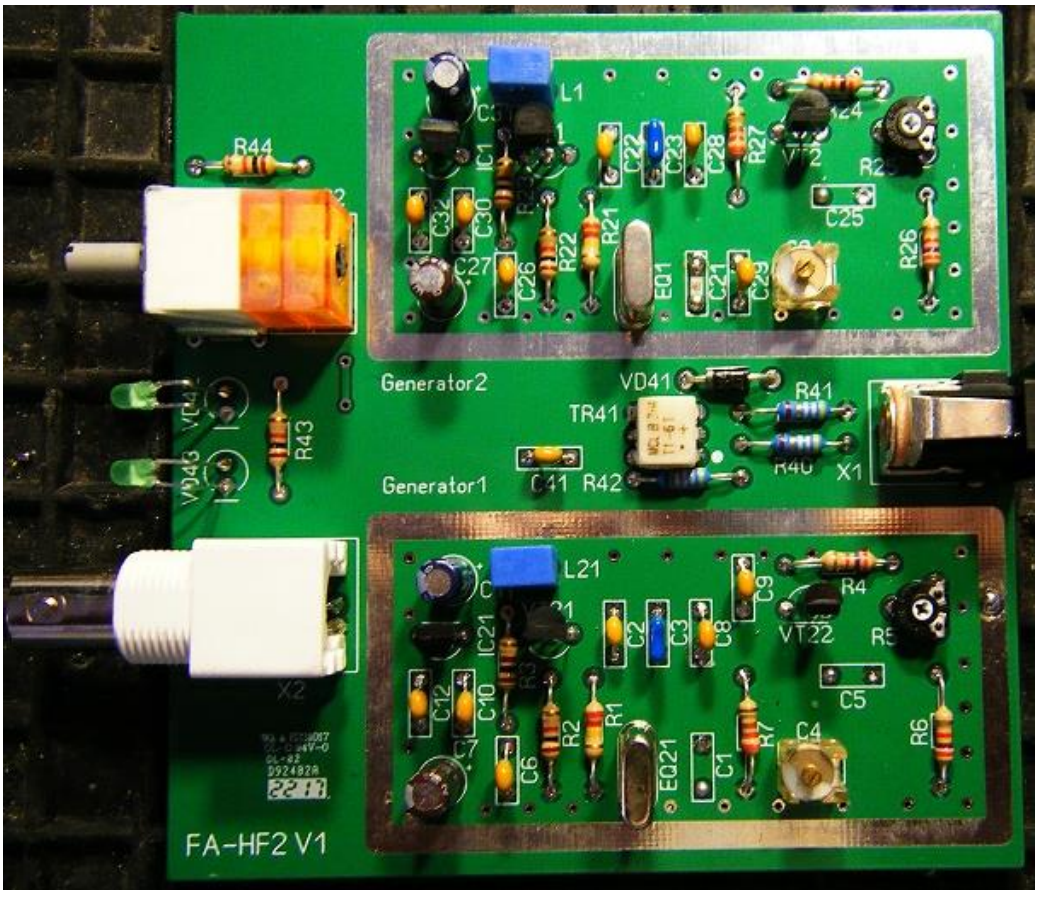


Bild 6 beide Generatoren mit ihren Frequenzen und Ausgangspegeln

Bild 7 Hier ist der komplette IMA Messplatz zu sehen! *Über den **FA-2-NF** wird separat berichtet…der für Sendermessungen erforderlich ist!*

Signalstabilitätsverbesserung an dem Bausatz FA-2-HF
Zweitongenerator zum Messen von IMA Produkten

Wozu nun ein zwei Ton Generator – dazu etwas Theorie?

Im Folgenden das Prinzip zum Messen von Intermodulation (IMA) **3ter Ordnung**! Eine solche Messung ist interessant, weil dort speziell auch bei ∆f von 2kHz die **Im**

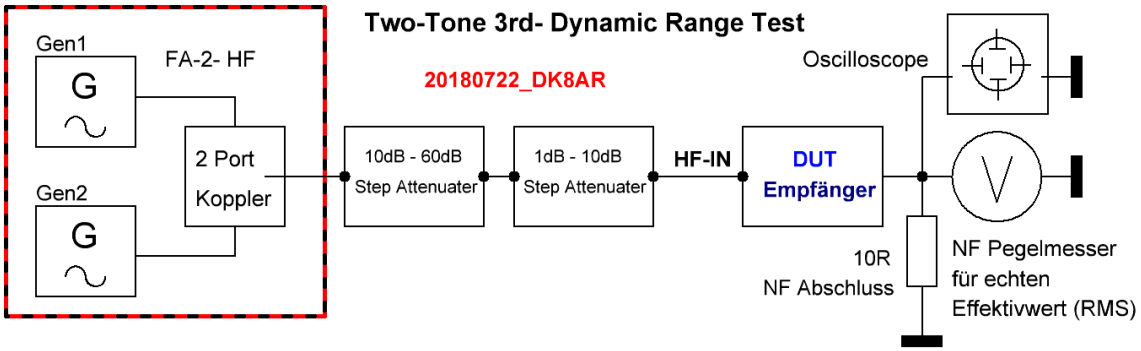
Band Signale zu Störmischungen oder Fehlmischungen führen, dieses ist übrigens der richtige Begriff (oder auch als Störprodukte bezeichnet).

Anmerkung: *Der häufig verwendete Begriff Kreuzmodulationen ist falsch, die deutet auf eine sogenannte Modulationsübernahme hin und das ist etwas ganz anderes!*

Wie entstehen nun IMA 3 Produkte: Z.B. zwei starke SSB Signale in einem AFU-Band erzeugen zwei weitere Signale, diese sind aber real nicht vorhanden, aber im Empfänger bei schlechten IMA Verhalten oder aber bei Verwendung von „riesigen Antennen – durch starke Empfangssignale“! Eleminieren kann man solche Einflüsse dann lediglich durch Ausschalten des Vorverstärkers und durch Zuschaltung der Dämpfungsschalter. Wie macht sich nun eine solches Störprodukt bemerkbar?

Nimm an: Zwei starke SSB Signale ist auf 3,65 MHz das andere auf 3,67MHz ∆f 20kHz dann werden die IMA 3 Störprodukte auf 3,630 und 3,690MHz erscheinen. Wenn nun die Störprodukte genau auf einen Kanal fallen auf dem Du deine Verbindung hast dann entsteht keine Freude, da das QSO gestört wird durch zusätzliche unverständliche Sprachgeräusche – **das sind dann IMA 3 Störungen**!

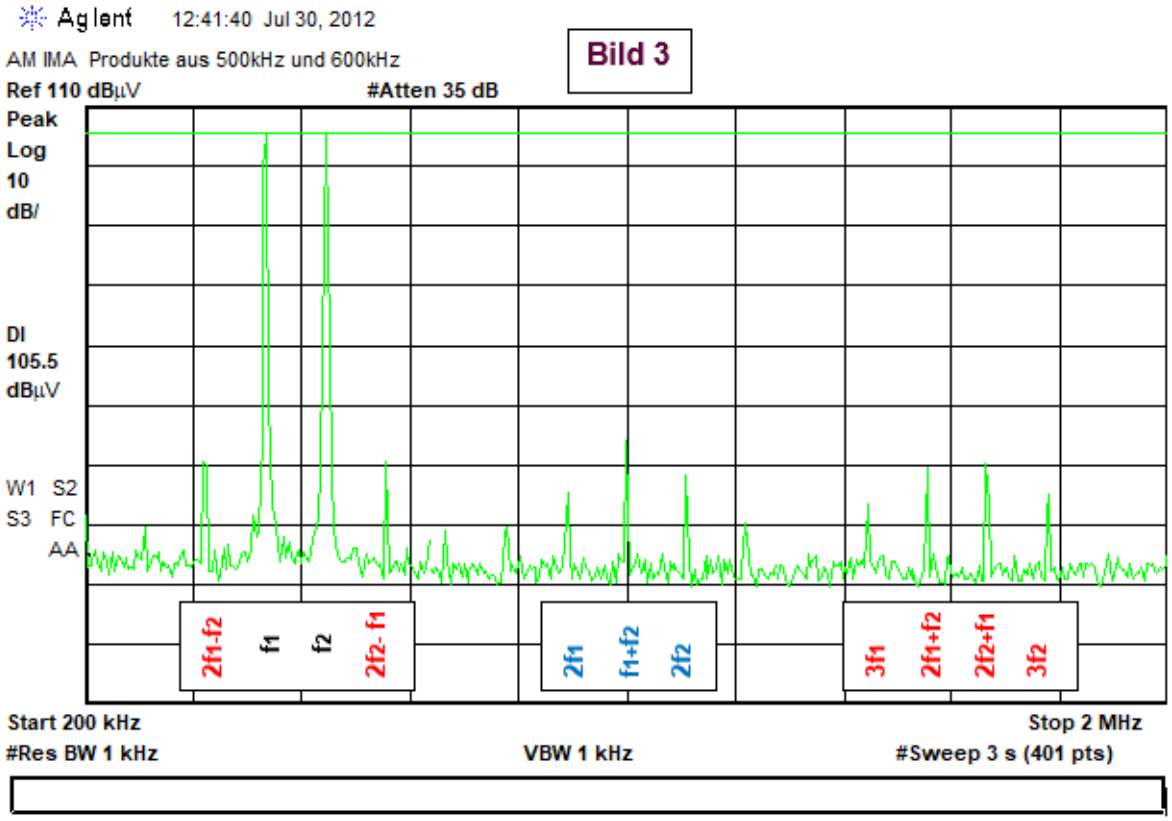
Two-Tone 3rd- Dynamic Range Test



Mit dem gezeigten Aufbau und den oben vorgestellten Generatoren ist es möglich das Empfangsteil bezüglich IMA Verhalten deines Gerätes zu ermitteln. *Das wird aber nicht wie ein HF-Verstärker* gemessen, sondern über den NF Ausgang - also das was man zum Schluss wirklich hört.

Man schließt dazu den NF Ausgang mit einem Widerstand ab (NF auf etwa 0,5Watt bei max. Signal einstellen und die NF nicht mehr verändern) um dann die Differenz von dem Hauptsignal gegenüber dem Störsignal mit einem NF Pegelmesser (RMS) zu messen. Zur Spannungsmessung der vier Signale (zwei Träger und zwei Störprodukte) wird ausschließlich diese nur durch Frequenzverstellung am Empfänger ermittelt! Danach erfolgt die Berechnung über das Spannungsdelta.

Darstellung der verschiedenen Intermodulationsfrequenzen aus f1 und f2



Verhalten der IMA Produkte in Abhängigkeit von Pegeländerungen:

Bei einer Pegeländerung der Nutzfrequenzen um **1dB** ändern sich die **IM2-Produkte** um **2dB**.

Bei einer Pegeländerung der Nutzfrequenzen um **1dB** ändern sich die **IM3-Produkte** um **3dB**.

Intermodulationsmessungen sind ein **sehr komplexes „buchfüllendes“ Thema,** ich habe es für Interessierte **nur sehr kurz angesprochen**. Es ist sehr viel Erfahrung für solche IMA Messungen erforderlich. Dazu möchte ich auf entsprechende Literatur im Fachhandel hinweisen u.a. diese sind auch beim Funkamateur zu beziehen. Das Messequipment ist im Allgemeinen sehr aufwendig und Bedarf einer besonderen Beachtung. Aber es geht auch bedingt mit den vorgeschlagenen einfachen Signalgeneratoren. Zu **Seite 6:** *Auch das menschliche Auge und Ohr mit Sicht auf das S-Meter und dem Lautsprecher ist geeignet für solche Messungen - wenn auch nur subjektiv!*

Viel Spaß beim Messen..

73 de DK8AR Henri