

## Ein ZF Verstärker mit Dual Gate Mosfets für allgemeine Anwendungen

Wie schon beim Breitbandverstärker angemerkt, beschäftige ich mich mit der Entwicklung eines modularen Analog-Transceivers mit hochliegender 70,2MHz ZF, dessen Einzelmodule eine standardisierte Baugröße von 50mm x 80mm haben ( ¼ Europakarte ), diese werden über SMB Stecker verbunden.

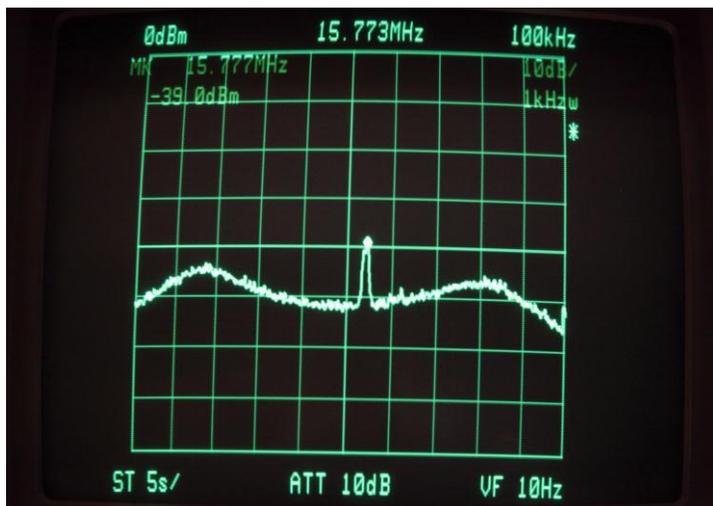
Nach Möglichkeit sollten alle Bauteile der vorhandenen Bastelkiste entstammen ( deshalb gibt's manchmal einen Mix aus SMD und bedrahteten Bauteilen ) ☺

Anbei nun der ZF Verstärker für die 2.ZF von ca. 10.235MHz, den ich ursprünglich ebenfalls in der Baugröße 50x80mm realisieren wollte.

Leider erwies sich dieses Vorhaben als zu ambitioniert ( Schwingneigung war nicht unter Kontrolle zu kriegen ), ich habe mich deshalb schweren Herzens entschlossen die doppelte Baugröße ( 160mm x 50mm ) zu verwenden und dafür die Massegestaltung wesentlich umfangreicher auszuführen.

Um es vorweg zu sagen, die Arbeit hat sich gelohnt, ich kann nun bei voller 90 dB Verstärkung den Verstärker ohne jegliche Abschirmung auf dem Labortisch betreiben, dabei bleibt er auch bei offenem Eingang stabil.

Zum Einstieg eine kleine Kostprobe, das nachfolgende Bild entstand bei einem Eingangspegel von -130dBm oder 0.071  $\mu\text{V}$  ! Um sicherzugehen, daß die Messung einigermaßen korrekt ist habe ich sie mit zwei verschiedenen HP 8640 Messendern durchgeführt, der Unterschied zwischen beiden Geräten betrug etwa 1dB.



Edwin Richter – DC9OE - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: edwin.richter@smarthomedorfen.de

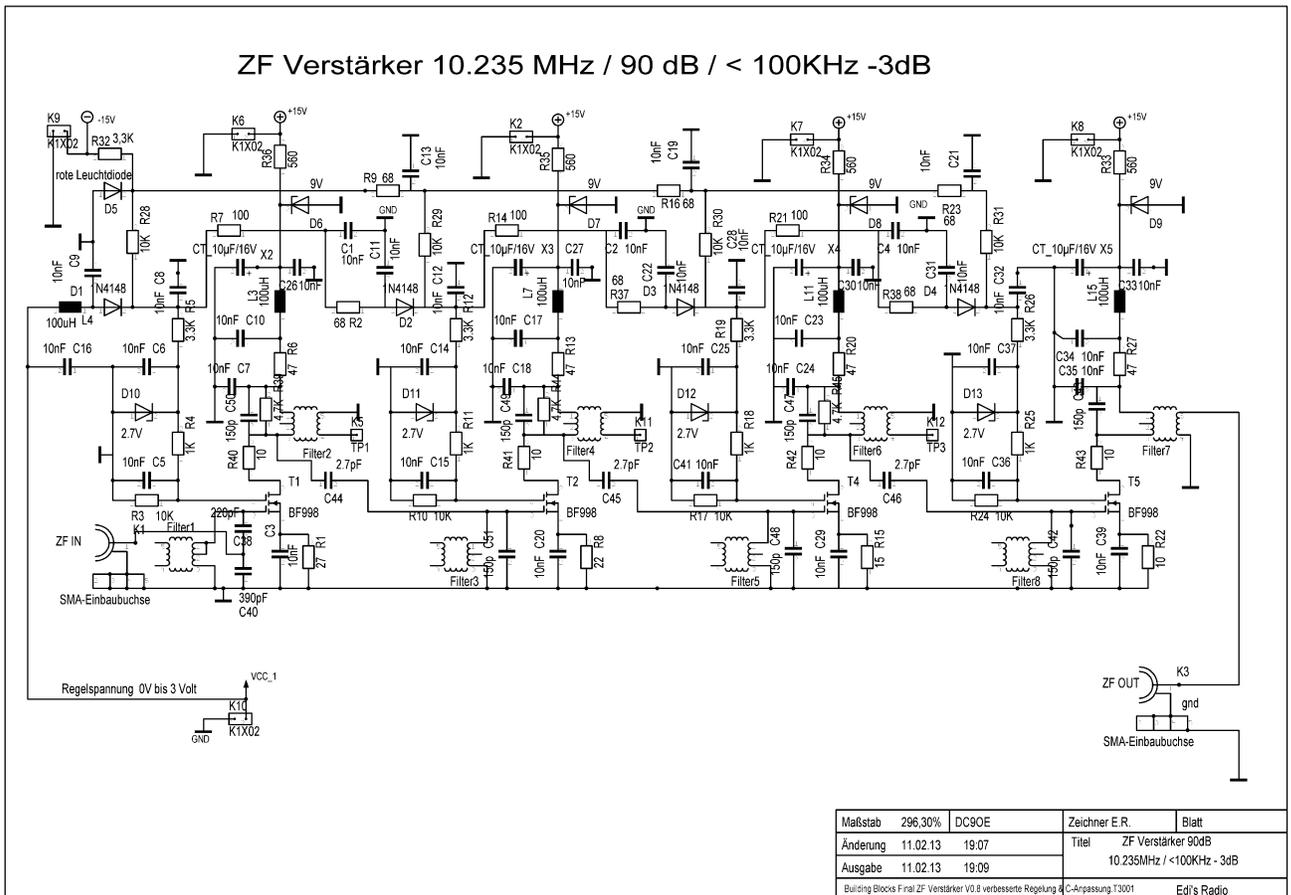
Der Marker zeigt -39dBm an, bei -130dBm Eingangspegel also eine Verstärkung von 91dB.

Daß der Marker bei 15,777MHz steht sollte nicht weiter stören, die Frequenzanzeige meines Spektrumsanalyzers ist leider nicht sehr genau ( immer ca 5MHz daneben...), die echte Signal-Frequenz bei der Messung war 10,237 MHz.

Man erkennt gut 2 Höcker in ca 80KHz Abstand, dies weist auf eine leicht überkritische Kopplung der Bandfilter bei hoher Verstärkung hin, bei niedrigerer Verstärkung ändert sich diese auf leicht unterkritisch, der Grund liegt in den sich ändernden Ein -und Ausgangskapazitäten der Transistoren bei Regelung über Gate 2 ( Details dazu finden sich im Datenblatt )

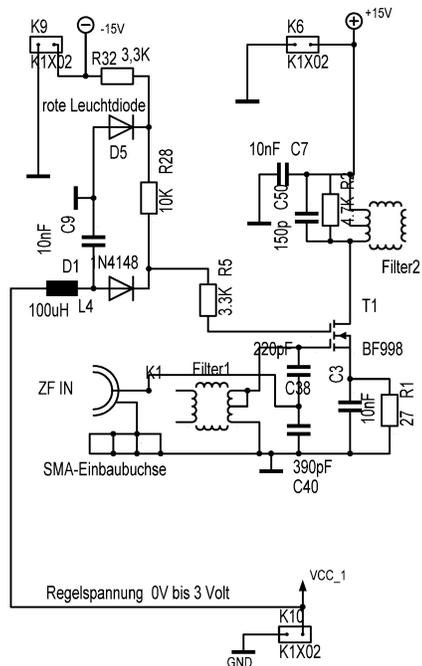
Es ergibt sich eine Güte von >120, was mit den NEOSID Angaben für die Spulen in etwa übereinstimmt.

Zunächst der Schaltplan:



Edwin Richter – DC90E - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: edwin.richter@smarthomedorfen.de



Die Schaltung mag auf den ersten Blick etwas verwirren, deshalb hab ich von der ersten Stufe einmal alle unwichtigen Teile entfernt und sie separat herausgezeichnet.

Zunächst einmal bestehen alle Bandfilter aus den Typen 79D104 von Bürklin , entspricht NEOSID 7F1K ( siehe Anhang ), primär 15Wdg, Auskoppelung besteht aus 2 ½ Windungen.

Die Eingangsanpassung dürfte bekannt sein, sie findet sich in ähnlicher Form in vielen Schaltungen wieder, die Beschaltung des BF 998 enthält keine Besonderheiten, der 4,7K Widerstand parallel zum Drain Schwingkreis reduziert den bereits erwähnten Einfluss des Transistors auf den Schwingkreis bei unterschiedlicher Regelspannung.

Die Verstärkung der Stufe wird über Gate 2 mit Hilfe einer positiven Spannung geregelt, so weit wärs simpel, allerdings braucht der Transistor zur vollständigen Sperrung eine leicht negative Spannung am Gate 2 und darin liegt der Sinn der leicht negativen Versorgung des Gates bei 0V Regelspannung.

Im Hauptschaltbild begrenzt eine Z-Diode die Regelspannung an G2.

Edwin Richter – DC9OE - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: edwin.richter@smarthomedorfen.de

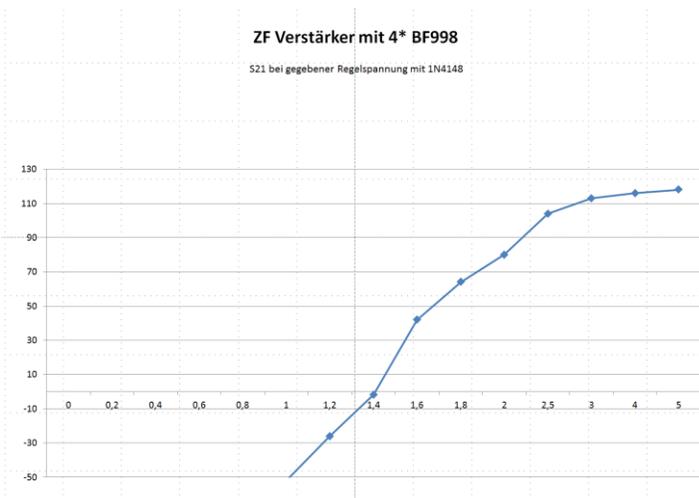
Weiterhin fällt auf, dass die einzelnen Stufen die Regelspannung über eine Diode erhalten, dies dient der Entzerrung der Regelkennlinie, die normalerweise extrem steil ist.

Die ersten 3 Stufen verfügen jeweils über einen Testausgang, dieser ist nützlich bei der Inbetriebnahme, kann aber auch anderweitig verwendet werden ( Beispiel: Anschluss eines Begrenzerverstärkers für FM )

Eine LT Spice Simulation der Regelung ergab folgende Spannungen an den Gates:



Die sich daraus ergebende Verstärkung über die Regelspannung sollte folgender Kurve entsprechen

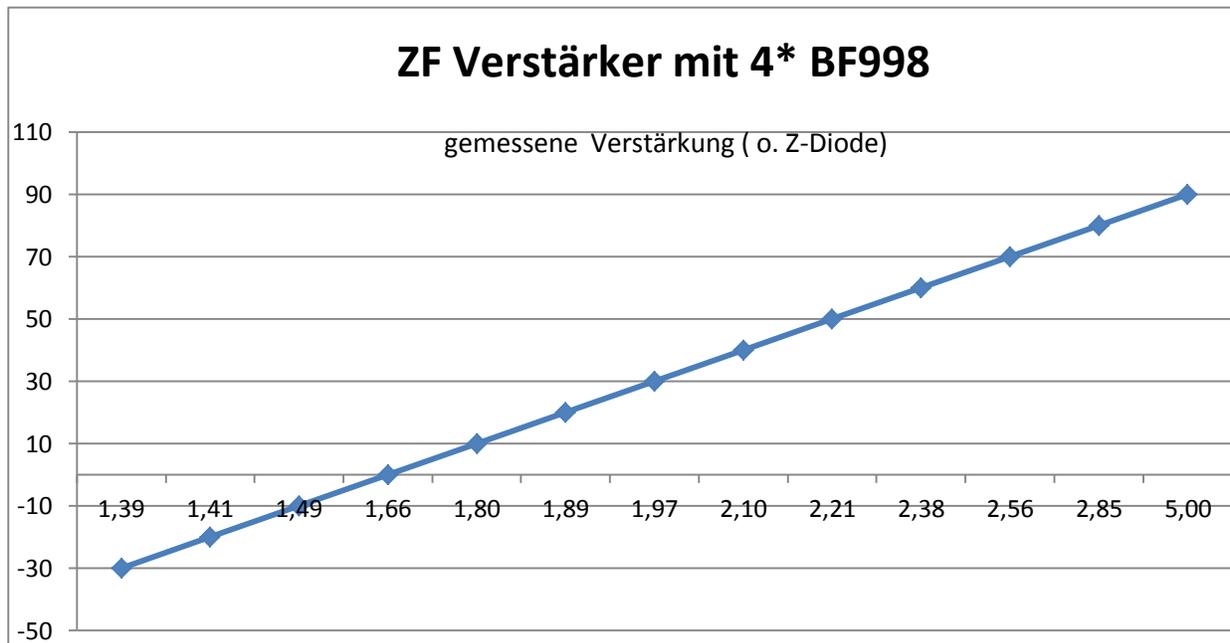


Edwin Richter – DC9OE - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: edwin.richter@smarthomedorfen.de

Wie man sieht erreicht der Verstärker in der Simulation eine Verstärkung von weit über 100dB , in der Praxis ( nachfolgende Messung ) ist dies nicht der Fall, was aber nicht tragisch ist da 90 dB in jedem Fall ausreichend sein sollten.

Anbei die gemessene Verstärkung bei gegebener Regelspannung:



Nachfolgend nun die Ansicht des fertigen Moduls.

Ein paar Anmerkungen noch zu den eingesetzten Drosseln, die ich auch schon im Breitbandverstärker benutzt habe.

Es haben sich ein paar Tücken gezeigt:

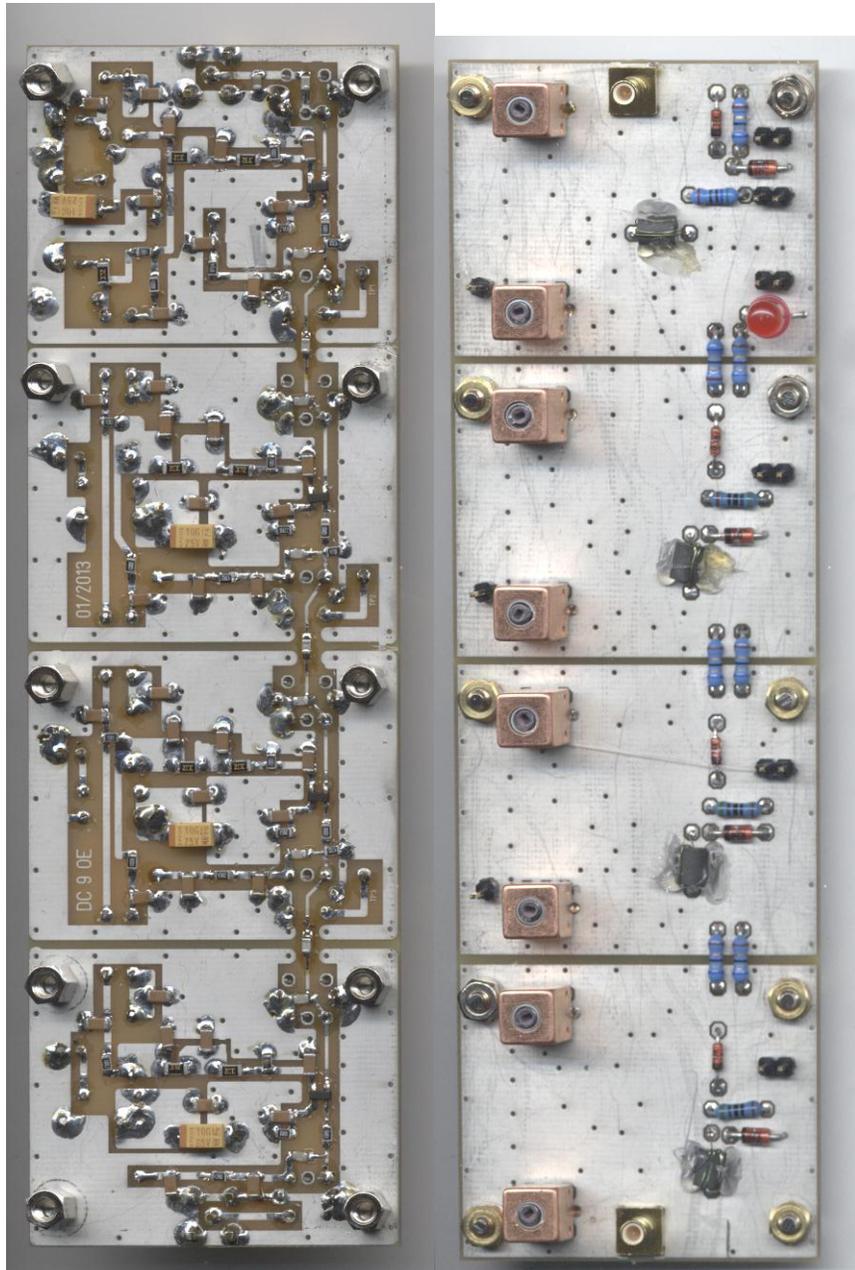
- a) Ich dachte die Drosseln strahlen nicht – tun sie doch – habe daher im ZF Verstärker die meisten durch 680Ohm Widerstände ersetzt ( an Stellen wo wenig Strom fließt )
- b) Die Drosseln bewegen sich mechanisch daher brechen mit der Zeit die Anschlussdrähte ab – die verbleibenden Drosseln habe ich daher mit Heißkleber fixiert.

Edwin Richter – DC9OE - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: [edwin.richter@smarthomedorfen.de](mailto:edwin.richter@smarthomedorfen.de)

Hier nun die Ansicht des fertigen Moduls, wie man sieht ist die Bestückung auf Grund des überwiegenden Einsatzes von SMD recht übersichtlich.

Die Masse auf Ober-und Unterseite ist strikt getrennt um Koppelungen zu vermeiden.



Edwin Richter – DC9OE - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: [edwin.richter@smarthomedorfen.de](mailto:edwin.richter@smarthomedorfen.de)

Die Leiterplatte ist im Prinzip einfach und könnte auch selbst geätzt werden, eine Herausforderung stellen aber die vielen leider erforderlichen Massedurchkontaktierungen dar.

Das wars, weitere Baugruppen folgen, schliesslich solls ja mal ein Transceiver werden.... ☺

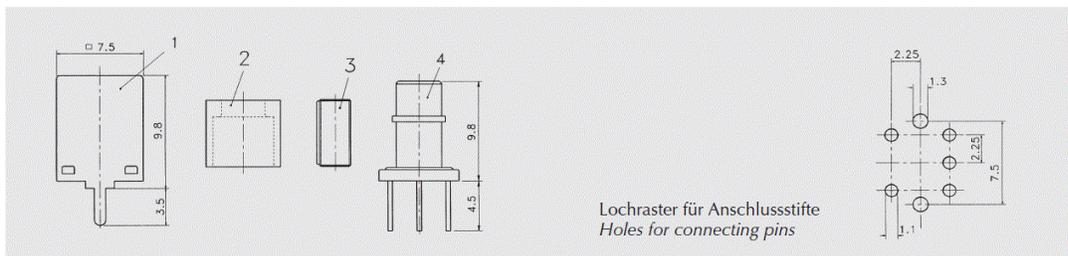
Einen Dank möchte ich noch an Andy DL2DVE richten, er lieferte den Ratschlag mit der aufgetrennten Masse auf der Oberseite und hat damit wesentlich zum schwingfreien Betrieb der Baugruppe beigetragen!

VY 73, Edwin – DC9OE

### Die hier eingesetzten Spulen:

Für 10,23MHz : 7F1K

Für 70 MHz : 7V1K



Bausatz assembly	Bereich range [MHz]	Q	Ferrit, Kappenkern ferrit grade, cup core	Gewindekern screw core	A <sub>L</sub> [nH]	Artikelnummer part number
7 M 1 K	0,1 ÷ 1	40 ... 100	F 08	F 08	10,5	11 9539 00
7 A 1 K	0,1 ÷ 5	40 ... 120	F 2	F 2	9,5	06 9539 00
7 F 1 K	5 ÷ 15	100 ... 140	F 10 b	F 10 b	9,5	05 9539 00
7 K 1 K	15 ÷ 25	80 ... 110	F 20	F 20	8,5	03 9539 00
7 T 1 K	20 ÷ 60	80 ... 110	F 40	F 40	6,5	02 9539 00
7 V 1 K	50 ÷ 200	60 ... 120	F 100 b	F 100 b	5,5	15 9539 00

### Einzelteile / Components

Pos. fig.	Benennung description	Bezeichnung type	Werkstoff material	Artikelnummer part number
1	Abschirmbecher screening can	B 7 k	Cu	94 4547 00
2	Kappenkern cup core	Ka 7	Ferrit ferrite	.. 1153 00
3	Gewindekern screw core	FK 3 x 0,5 B x 6	Ferrit ferrite	.. 0407 11
4	Spulenkörper mit Raster 2,25 coil former for grid 2,25	Ks 310	PBT - GV	70 9538 00
4.1	Spulenkörper mit Raster 2,5 coil former for grid 2,5	Ks 309 a	PBT - GV	70 9606 20

Edwin Richter – DC9OE - Am Oberfeld 25 , 84405 Dorfen , Tel. 08081 955205

mail: edwin.richter@smarthomedorfen.de