

Vorbemerkung

Dies ist eine Sammlung von Erklärungen zum SSB-Modul vom K2. Die Erklärungen stammen von verschiedenen OMs aus dem deutschen QRP Forum www.qrpforum.de. Mein besonderer Dank gilt Reinhold für seine unendliche Mühe meine Fragen zu beantworten. Zitate werden nicht als solche kenntlich gemacht um die Lesbarkeit zu erhöhen. Die Fehler stammen dann natürlich alle aus meiner Feder ;).

Die meisten Erklärungen liegen diesem Beitrag zugrunde:

Fragen zur Schaltung des K2 Nr01 - KSB2 SSB Board: <http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=6160>

Filtereingang

Das Dämpfungsglied vor dem Filter hat eine Impedanz von 150 Ohm und der CW-Filter braucht 150-200 Ohm. Gelten RP1 mit 2k7 Ohm Widerständen als HF-hochohmig, so dass das Signal nicht verfälscht wird?

Exakt, die 2k7 Widerstände sowie die 100µ Drosseln RFC1 und RFC2 sind als genügend hochohmig im Vergleich zu den 150Ohm anzusehen. Hier liegt ein Kompromiss vor zwischen möglichst hochohmiger Isolierung gegenüber HF und möglichst niederohmiger DC-Speisung, um genügend Strom für die Dioden liefern zu können.

Funktionsweise der 1N4007

Stell Dir eine Diode zunächst wie ein Ventil vor, das n u r in einer Richtung durchlässt. Wird also an der Anode einer Diode eine positive Spannung angelegt, die höher als die sog. Schwellspannung (bei Si = 0,7 Volt) ist, fängt an ein Strom zu fließen. Die Diode ist OFFEN und niederohmig, so dass auch z.B. nebenbei auch HF drüber gehen kann. Und das (weil die Diode durch Gleichstrom ja offen ist) in beiden Richtungen. Liegt eine positive Spannung von wenigen Volt an der Katode an, ist die Diode für a l l e s gesperrt. HF könnte nur über die geringe Kapazität zwischen Anode und Katode fließen. Das sind aber nur wenige Zehntel pF.

Die Dioden 1N4007 können übrigens nicht gegen 1N4001-1N4006 ausgetauscht werden!!!

Die Diode wird in diesen Fällen nicht als Gleichrichter sondern als elektronischer Schalter eingesetzt. Das macht man seit vielen Jahren so, um Relaiskontakte einzusparen. Es kommt aber immer auf den zu schaltenden Strom oder das zu schaltende Signal an. In einer HF-Endstufe findet man auch schon Schaltdioden aber immer noch Relais.

Ist es richtig, dass wenn ein Gleichstrom durch die Dioden fließt auch ein HF-Strom fließen kann und wenn die Diode sperrt auch kein HF-Strom fließen kann? Wieso schließen D9 und D13 das SSB-Filter zusätzlich an Ein- und Ausgang kurz – bei CW?

Die Dioden sind als normale Ein-Aus Schalter (SPST) zu sehen, fließt ein relativ hoher Gleichstrom über die Dioden werden diese niederohmig und die HF kann auch ohne große Verluste drüberlaufen. Der Gleichstrom- und HF-Pfad ist richtig eingezeichnet, die Drossel und der 2k7 Widerstand liegen dabei parallel zum 150Ohm Signalzug (hier Eingang ZF-Filter), belasten diesen aber, da beide Bauteile relativ hochohmig sind, kaum. Zu beachten ist, dass sobald z.B. [RXC] auf high wechselt, gleichzeitig [RXS] low ist (und sein muss!), das erledigt hier, still und leise, der µC auf dem SSB-Board.

Sobald [RXC] high wird fließt nun auch durch die Dioden D9 und D13 Strom. Die Dioden ziehen über ihre nun niederohmige Diodenstrecke den Ein- und Ausgang des SSB-Filters (niederohmige Trafowicklung) über C6 und C10 nach Masse.

Aufgabe von R5

Dieser Widerstand leitet nur den [RXC] Steuerpin, also Gleichstrom, zur anderen Seite der Filterumschaltung, ist beidseitig HF-mäßig kaltgestellt und hat damit keinen Einfluß auf irgendein ZF-Signal. Es wurde hier extra eine C-R-C Tiefpasskombination aus C6-R5-C10 vorgesehen um zu vermeiden, dass das noch ungefilterte ZF-Signal nicht doch,

aufgrund endlicher Dioden-Sperr- bzw. Kurzschlusswirkung, die ZF-Filter über diesen Pfad umgehen kann. Dieser Umstand würde sich in verminderter Weitabselektion äußern.

R5 hat keine HF-Auswirkung (ist ja auf beiden Seiten mit 0.01µF gegen Masse abgeblockt). Er dient nur als DC-Pfad in Serie mit den 100µH-Drosseln. "RXS" ist kein HF- sondern nur DC-Schaltsignal.

Umschaltung zwischen RX/TX und SSB/CW

Modus CW

CW-RX:

[RXC] ist "high", die Dioden D6 und D10 schließen die Pins 1-3 an den Ports P2/P3 kurz und das CW Filter wird damit in den ZF-Pfad eingeschleift. Die Dioden D8 und D12 sperren, womit das SSB Filter außer Betrieb wäre, die Dioden D9 und D13 schließen das SSB-Filter zusätzlich an Ein- und Ausgang kurz.

TXS: Ist TXS low? Oder ist es egal?

Wie geschrieben, sobald ein Steueranschluss high ist sind automatisch alle anderen low und dienen, wenn notwendig, als Stromsenke. Der Gleichstrom der z.B. aus dem RXC Pin am µC herausfließt muss notwendigerweise im RXS Pin wieder hineinfließen, sonst würde die Filterumschaltung, aufgrund immerwährend hochohmiger Dioden, nicht funktionieren.

Modus SSB

Wie wird der CW-Filter kurzgeschlossen (gegen Masse)?

[RXS] ist "high", alle anderen Steueranschlüsse sind damit auf Massenniveau. D11 und D7 werden von Gleichstrom durchflossen, sind dadurch niederohmig und schließen die Pins 3 der Stecker P2 und P3 (Ein- und Ausgang des CW-Filters) über die Kondensatoren C6, C10, C17 HF-mäßig nach Masse kurz.

Unbenutzte Filter werden in RXen immer kurzgeschlossen, damit kein Übersprechen (kapazitive Kopplung) über diesen Zweig erfolgen kann. Normalerweise benutzt man dafür jeweils ein Relais mit Wechselkontakten - hier erfolgt es eben über die Dioden (D9+D13) für's SSB-Filter.

SSB-RX:

[RXS] ist "high", die Dioden D8 und D12 schleifen das SSB-Filter nun im ZF-Pfad ein. D6 und D10 sperren, das CW Filter ist damit außer Betrieb, D7 und D11 schließen es zusätzlich am Ein- und Ausgang kurz.

TXS: Muss TXS nicht low sein, damit D14 sicher sperrt?

Sobald irgendein Steueranschluß (z.B. RXC) high ist sind automatisch alle anderen niederohmig (low). D14 würde zwar in diesem Fall auch mit TXS = high mehr oder weniger gut sperren, ein Low-Pegel an diesem Anschluß gibt aber die nötige Sicherheit, dass das unter allen Umständen (z.B. sehr hoher Pegel in der ZF) auch gewährleistet ist.

SSB-TX:

[TXS] ist nun an der Reihe "high" zu werden, Diode D4 und D14 ist durchgeschaltet, alle anderen Dioden in der RX-Filterumschaltung sind aus. Die Reihenfolge ist nun MIC-Kompressor, Produktmodulator, SSB-Filter, dann weiter über den [SSB]-Anschluss zur Leistungseinstellung [PWR CTRL] und zur [ALC], wonach das Einseitenbandsignal schlußendlich über den Emitterfolger Q2 (Q3 ist bei SSB gesperrt) an Pin7 von P1 ausgegeben wird.

Wieso sperren alle Dioden außer D4 und D14? Sind RXS und RXC low?

Sobald man auf Sendung geht ist nur [TXS] und [MOD EN] high. Alle anderen Steuerpins müssen zwangsläufig low sein, bilden also einen Masseanschluss für Gleichstrom nach. Da [MOD EN] high ist, liegt am Ausgang vom NE602

auch ca. 5V an (intern liegt ein 1k5 Widerstand zwischen Pin 8 und 4 an), die die Diode D4 schaltet. D14 ist niederohmig da ja TXS high ist, alle anderen Dioden in der Filterumschaltung sind im gesperrten Zustand.

Balanced Modulator

Welche Aufgabe hat die Diode D4 am Ausgang des Modulators?

Bei SSB-TX ist Diode D4 durchgeschaltet ([RXS] = "low") und leitet das Doppeseitenbandsignal zum SSB Filter durch. Bei SSB-RX ist [RXS] "high", D4 ist damit gesperrt und trennt den Produktmodulator im Empfangsfall vom SSB-Filter komplett ab. Das ist notwendig da die Ausgangsimpedanz des NE602 von 1,5k sonst parallel zum Ausgang des SSB-Filter liegen würde.

Funktionsweise ALC

Das SSB Signal gelangt zuerst zur Leistungseinstellung [PWR CTRL]. Diode D1 bildet mit R10 (100Ohm) einen über Ausgang B des DA-Wandlers MAX522 einstellbaren Spannungsteiler. Es folgt unmittelbar der einstellbare ALC-Spannungsteiler bestehend aus R8 und D2. Der Ausgang A des DA-Wandlers MAX522 stellt die ALC-Schwelle ein, diese Spannung wird am Emitter von Q1 angelegt und legt fest ab wann dieser Transistor anfängt zu leiten und einen Stromfluß durch D2 (Teil des ALC-Spannungsteilers) zur Folge hat. Dazu müssen die Spannungsspitzen von VRFDET (momentane Sendeleistung) höher als [ALC THR] + 0,7V werden.

Die ALC habe ich so verstanden, dass sie bei niedrigem Mikrofonpegel das Signal stark verstärkt und bei hohem Mikrofonpegel das Signal weniger verstärkt.

--Verstärken nicht aber abschwächen. Die Leistungseinstellung und die ALC werden über 2 Dämpfungsglieder realisiert. Jeweils ein fester 100Ohm Widerstand und ein veränderlicher in Form einer PIN-Diode (1N4007) bilden nun einen über Gleichstrom einstellbaren Spannungsteiler. Grundsätzlich bräuchte man keine ALC, der Kompressor bergrenzt ja seine max. Ausgangsspannung und der QRP-Leistungsverstärker kann im Endeffekt gar nicht übersteuert werden. Die ALC wurde wohl wegen der optionalen 100W Enstufe vorgesehen.

Kannst du bitte noch etwas genauer erklären, wie das Signal beeinflusst wird, dass am Marker "SSB" in die ALC eingespeist wird? Hierbei ist mir das Zusammenspiel von Q2 und Q3 noch unklar?

Das ALC-Regelglied besteht aus R8 (100Ohm) und D2 (1N4007). Zusammen bilden diese einen einfachen Spannungsteiler, wobei ein Widerstandswert durch eine Diode nachgebildet wird. Die Höhe des Gleichstromes durch die Diode bestimmt wie niederohmig die Diode und damit wie stark das [SSB] Signal abgeschwächt wird. Reagiert nun z.B. die ALC wegen viel zu hoher Sendeleistung wird Q1, auch abhängig von der [ALC THR] Spannung, mehr oder weniger durchgesteuert und treibt einen Gleichstrom durch D2, die Diode wird niederohmig und dämpft das Einseitenbandsignal. Die ALC-Ansprechzeit ist sehr gering, wie lange es allerdings dauert bis der Normalzustand wiedereinkehrt wird über die Zeitkonstante des RC Gliedes R4/C38 entschieden.

Q2 und Q3 sind einfache Puffer, hochohmig am Eingang (Basis) und niederohmig am Ausgang (jeweilige Emitter). Beide arbeiten auf dem selben Emitterwiderstand, sperren sich also gegenseitig. Ist CW gewählt, leitet Q3 das BFO Signal über Pin 7 weiter zum Sendemischer. Q2 ist gesperrt und trennt damit den SSB Pfad ab. Schaltet man nun auf SSB dient Q2 als direkter Puffer für die ALC Und leitet das geregelte Einseitenbandsignal weiter zum Sendemischer. Q3 ist über die Emitterspannung von Q2 gesperrt und trennt das BFO Signal für den Produktmodulator (Pin 12) vom Sendezweig ab. Da nur Q3 als Trennstufe alleine nicht ausreicht hilft hier die Diode D3 (hochohmig da TCX = low) zusätzlich mit. Ohne diese Maßnahme wäre wohl die Trägerunterdrückung nicht ausreichend.