

Mit dem Red Pitaya zum Kurzwellentransceiver.



DC5WW

Karl-Heinz Holzberger

Überarbeitet am 12.09.2023

2. Auflage v.4.5

www.dc5ww.de info@dc5ww.de

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort Seite 2
2. Fotos mechanischer Aufbau Seite 5
3. Was wird benötigt Seite 6
4. Zusammenstellung der Baugruppen und Bauteile Seite 13
5. Die erste Inbetriebnahme Seite 14
6. Softwareinstallation Seite 16
7. Die Bedienoberfläche von openHPSDR Seite 17
8. Vorbereitung und Aufbau der weiteren Komponenten Seite 18
9. Die FET-Endstufe Seite 19
10. Tiefpassfilter Seite 21
11. Relais-Board Seite 22
12. Audio-Codec-Board Seite 22
13. Übertrager und Brücken am RX-Eingang Seite 23
14. Interface-Platine Seite 24
15. Auskopplung des Referenzsignals für Predistortion Seite 25
16. Schnittstellen und Schaltpläne Seite 27
17. Schlussbemerkung Seite 26
18. Infos zu Downloads usw. Seite 23
19. Screenshots der Fenstereinstellungen HPSDR-Software Seite 31

Vom Red Pitaya zum KW-Transceiver.

1. Vorwort

Mein besonderer Dank an dieser Stelle geht an Sandor Dubronner DM4DS, der mich beim Einstieg in die SDR Technik sehr unterstützt hat. Seine wertvollen Anregungen, Tipps und vielen gemeinsamen Gespräche über dieses Thema haben mich zum Schreiben dieser Anleitung veranlasst. Ich hoffe, damit potentiellen Interessenten den Einstieg in die SDR-Technik mit dem Red Pitaya (heute auch vielfach StemLab genannt) zu erleichtern. In der nachfolgenden Beschreibung wird das Konzept für einen KW-Transceiver beschrieben, das von jedem versierten OM nachgebaut werden kann.

Bei den hierbei verwendeten Baugruppen handelt es sich nur Vorschläge, aber dieses Konzept wurde mehrfach mit Erfolg nachgebaut und getestet. Ich habe versucht die wichtigsten Informationen hier zusammenzustellen, erwarten sie aber keine „Schritt für Schritt“ Bauanleitung, sondern es soll lediglich als Anregung für den Einstieg mit dem Red Pitaya dienen.

Die nachfolgende Beschreibung ist für all jene OM`s gedacht, die sich bisher wenig oder überhaupt nicht mit dem Thema Red Pitaya und SDR befasst haben.

Der Red Pitaya wurde im Jahr 2013 von jungen Ingenieuren in Slowenien entwickelt und gebaut. Er ist ursprünglich als ein kleines Messlabor für Schulen und Universitäten entwickelt worden und nur so groß wie eine Scheckkarte. Er besteht aus jeweils zwei analogen Eingängen- und Ausgängen, und ist gut geeignet als Zweistrahl-Oszillograph, Spektrum-Analyzer von 0 - 65 MHz und HF/NF-Generator u.v.m. eingesetzt zu werden.

Er eignet sich allerdings auch hervorragend zum Bau eines Kurzwellentransceivers. Der Physiker Pavel Demin hat eine grandiose Software dazu entwickelt. Ohne seine Arbeit und seinen Fleiß, wäre der Red Pitaya niemals unter Funkamateuren so bekannt und beliebt geworden, wie er es heute ist. Pavel ist es gelungen, auf Grund der vergleichbaren Hardware des „Hermes Board“, sowie des Red Pitaya, mit der weithin bekannten und leistungsfähigen Software „PowerSDR“ eine funktionierende Verbindung herzustellen.

Als Bedienoberfläche auf dem PC gibt es die Software „openHPSDR“, oder „PowerSDR“ eine ebenso großartige Entwicklung. Beides ist kostenlos und ist ständig weiterentwickelt und verbessert worden. Die aktuelle Version ist die 3.4.9.

Vor dem Bau eines KW-Transceivers sind aber einige Hürden zu überwinden. Wer sich einen Transceiver aufbauen möchte, findet zwar über viele Webseiten verstreut eine Unmenge von teilweise unvollständigen oder auch schlicht falschen Informationen. Die richtigen Seiten mit guten Informationen sind oft gut versteckt und schwierig zu finden. Auch diverse Veröffentlichungen in Funkzeitschriften haben mich nicht überzeugt und waren keine große Hilfe, die Beschreibungen setzten häufig zu viel Grundwissen voraus oder sind schlicht unvollständig. Was man an Hardware nun so alles benötigt und wie alles zusammen verschaltet wird, darüber findet man leider sehr wenig oder gar nichts oder dann oft nur in englischer Sprache.

Ich habe einige Informationen aus dem Netz, von DM4DS und viele eigene Erkenntnisse gesammelt und diese in der Praxis auch überprüft, um eine Aufbauhilfe zu erstellen.

Es bleibt trotz allem noch genügend Spielraum um eigene Ideen zu verwirklichen. Die Software kann hier nur ansatzweise beschrieben werden.

Ich habe nachfolgend die wichtigsten Baugruppen zusammengestellt. Aufgelistet sind die Lieferanten, Bestellnummern, sowie die aktuellen Preise mit Stand vom Februar 2023

Auf ein Gehäuse soll hier nicht näher eingegangen werden. Das bleibt dem Erbauer seiner Fantasie überlassen, wie das Gerät später einmal aussehen soll. Jeder hat ja so seine eigenen Vorstellungen. Das Gehäuse sollte jedoch nicht zu klein sein und eine Belüftung haben. Vielleicht liegt noch ein passendes Gehäuse herum, was man verwenden kann. Gut geeignet sind industrielle 19Zoll Gehäuse, diese werden als gebraucht häufig preiswert bei Ebay angeboten. Sie ermöglichen einen sehr flexiblen Einbau der Baugruppen. Wenn es etwas kompakter sein soll, kann man versuchen ein „halb Breites“ (23cm) Gehäuse zu bekommen.

Es wird nun nachfolgend ein KW-Transceiver für die Bänder 160 – 10 m mit einer Ausgangsleistung von ca. 40 Watt (bei Ub 24V) beschrieben. Der Transceiver kann an einer entsprechenden 50 Ω Antenne mit gutem SWR ohne Tuner betrieben werden.

Es ist ein Projekt für all jene OM`s, die noch Freunde am selbst Bauen und Experimentieren haben. Durch die ständige Weiterentwicklung der Software ist es kein Projekt das „Fertig“ wird. Erweiterungen der Software erfolgen ständig und eigene Ideen können eingebracht werden. Für den Bau sind keine speziellen Kenntnisse für Software-Programmierung erforderlich, jedoch sollten der Umgang mit dem PC und die Installation von Software selbstverständlich sein.

Der Umgang mit der Bedienoberfläche der Software erfordert etwas Eingewöhnung. An den fehlenden Abstimmknopf gewöhnt man sich jedoch recht schnell.

Man erhält als Gegenleistung für relativ wenig Geld, je nach Aufwand um die 600.00 bis 800.00 Euro, einen modernen SDR-Transceiver und kann sich mit der SDR-Software und deren Technik gut vertraut machen. Leider sind infolge Corona und des Krieges in der Ukraine die Preise erheblich angestiegen, so dass man etwas tiefer in die Tasche greifen muss. Trotz allem - Der Selbstbau vermittelt jedoch ein große Erfolgsgefühl, etwas selbst gebaut zu haben. Man lernt die Technik zu Begreifen und zu Verstehen. Einen ICOM IC-7300 z.Bsp. kann ja bekanntlich jeder kaufen. Eines ist aber sicher: Mit dem Red Pitaya bekommt man für einen relativ geringen Preis ein hervorragendes Funkgerät mit ausgezeichneter Modulation und hervorragenden Intermodulationsabstand (IMD3). Es soll ja bekanntlich auch OM`s geben, die investieren 500.00 Euro für ein Studiomikrofon - ich benutze an meinem Red Pitaya ein Headset für 20.00 € !!! Auch der Empfänger kann sich sehen lassen, er hat eine gute Empfindlichkeit mit dem optionalen Vorverstärker ist auch auf den oberen Bändern ein S/R Abstand von ca. -135 dBm zu erreichen. Leider ist z.Zt. kein geeigneter Vorverstärker mehr lieferbar, aber der VV ist auch nur in den oberen Bändern sinnvoll.

Mit einem SDR-Transceiver im oberen Preissegment, wie zum Beispiel einem „ANAN“ oder „FLEXRadio“ der ein Vielfaches kostet, darf man ihn allerdings nicht vergleichen. Der Aufwand an Eingangs-Filtern für die Vorselektion, Antennentuner usw. ist hier erheblich höher.

Ergänzung vom Februar 2019

Zwischenzeitlich gibt es eine verbesserte Version des Red Pitaya. Er wurde komplett überarbeitet und den Wünschen der Funkamateure angepasst. Das STEMLab 122.88-16 verfügt jetzt über zwei 16-Bit-ADC. Echte 50Ω Eingänge- und Ausgänge, sowie 16-Bit-DAC. Einen dreimal größeren Dual-Core-ARM Cortex A9 + Xilinx Zynq 7020 FPGA, dieser bietet bessere Verarbeitungsmöglichkeiten in Echtzeit. Für bisherige Anwender ist es wichtig, dass der neue Red Pitaya die Form nicht verändert hat, so dass es in aktuelle Red Pitaya Plattformen direkt ersetzt werden kann. Das STEMLab 122.88-16 bei Mouser 880,00€:

<https://www.mouser.de/ProductDetail/Red-Pitaya/IZD0021?qs=vLWxofP3U2xO460RDEeKaw%3D%3D>

Ob sich der Mehrpreis lohnt, muss jeder für sich selbst entscheiden. Fast der doppelte Preis - das ist kein Pappenstiel. Zurzeit liegen so gut wie keine aussagekräftigen Erfahrungsberichte vor.

Ergänzung vom Januar 2021

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich ausschließlich auf die Verwendung der Software „**openhpsdr**“ bzw. **PowerSDR**. Bei Benutzung anderer Software, wie z.Bsp. „Charly 25“, oder sonstiger SDR Software ist keine Gewähr für einwandfreie Funktion gegeben.

Auch meine weiter unten beschriebene Adapterplatine ist nur mit „openhpsdr“ bzw. „PowerSDR“ oder Thetis getestet.

Bei Verwendung einer anderen Software kann es zu Fehlfunktion kommen.

Lesen sie die nachfolgenden Seiten in Ruhe aufmerksam durch. Da es sich um ein lebendiges Projekt handelt, schauen Sie ab und zu auf meine Seite, ob es neue Informationen gibt.

In dem Artikel verweise ich auf zahlreichen Link im Internet. Falls ein Link nicht mehr funktioniert, bitte ich um kurze Info.

Erster Prototyp eines KW-Transceivers mit dem Red Pitaya 2019.

2. Fotos vom mechanischen Aufbau

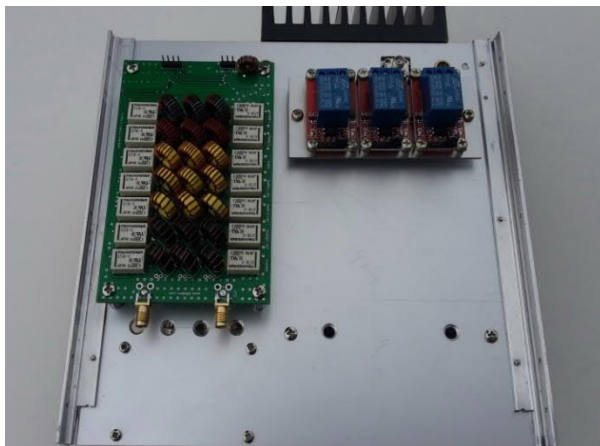


Oberseite.

Links sieht man das 24 V Netzteil, dahinter die PA mit Kühlkörper. Rechts der Red Pitaya, eingebaut in ein kleines Gehäuse aus Platinenmaterial.

Darunter eine kleine Experimentalplatte für Erweiterungen.

Die wichtigsten Anschlüsse des RP sind über eine 9pol. Sub-D- Buchse nach außen herausgeführt.



Unterseite.

Links das Tiefpassfilter. Rechts daneben die Relais-Platine.



Rückseite.

3. Was wird alles benötigt?

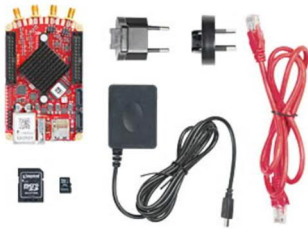
Personal Computer



Grundvoraussetzung ist natürlich ein PC. Es muss nicht der Neueste sein, aber ein flotter PC mit einem I5 Prozessor sollte es schon sein. Die Verbindung erfolgt ausschließlich über eine LAN-Verbindung. WLAN ist weniger geeignet.

Red Pitaya Stemplab 14 SK

STEMLAB 14 SK USB-Messlabor STEMLab 125-14 Starter Kit, 2 Kanäle, 50 MHz, USB



Artikel-Nr.: STEMLAB 14 SK

448,63 €

inkl. gesetzl. MwSt. zzgl. Versand

ab Lager, Lieferzeit: 1-2 W

- 1 Stück +

Zum Vergleich markieren

PayPal Bezahlen Sie in 3-24 r

in Liste übernehmen

neue Liste erstellen

Bestehend aus:

- 1 Red Pitaya
- 1 Speicherkarte mit Software
- 1 Netzteil 5V
- 1 LAN-Kabel

Lieferant: Reichelt Elektronik
Preis: 459,00 €
(Stand 08.2023)

Best. Nr. Stemplab 14 SK

<https://www.reichelt.de/usb-messlabor-stemplab-125-14-starter-kit-2-kanale-50-mhz-usb-stemplab-14-sk-p187257.html?search=red+pitaya>

Meanwell Dreifach-Netzteil für 5V / 12V / und 24 V



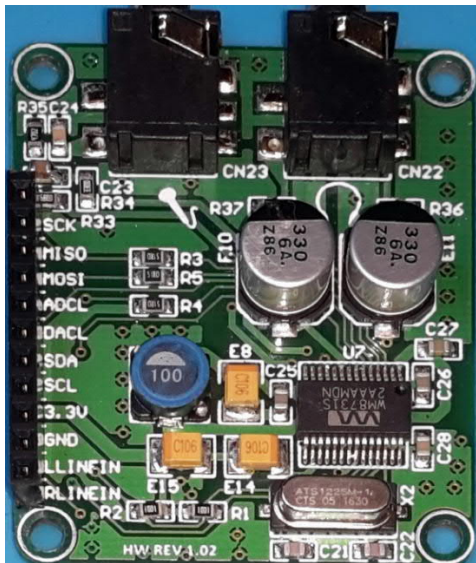
120 W Meanwell Typ: RT-125D Preis 33,00€
5V/8A, 12V/3A, 24V/2A

90 W Meanwell Typ: RT-85D Preis 49,99 €
5V/6A, 12V/2A, 24V/1A

Zu Empfehlen ist die 120 W Version. Falls die PA nur mit geringer Leistung als Steuersender dienen soll, kann auch die 90 W Version verwendet werden.

www.voelkner.de

Audio-Codec-Board



Entwicklungsboard MikroElektronika MIKROE-506

Dieses kleine Board wird benötigt um die Soundkarte im PC zu umgehen und die Laufzeitdifferenzen zu verkürzen. Es ist für Electret-Mikrofone ausgelegt und liefert gleichzeitig die für das Mikrofon erforderlich Betriebsspannung.

Lieferant: www.buerklin.com

Bestell-Nr.74S6700

Preis: ca. 30,46 € +Versand

FET- Endstufe



FET-Endstufenmodul 50 Watt

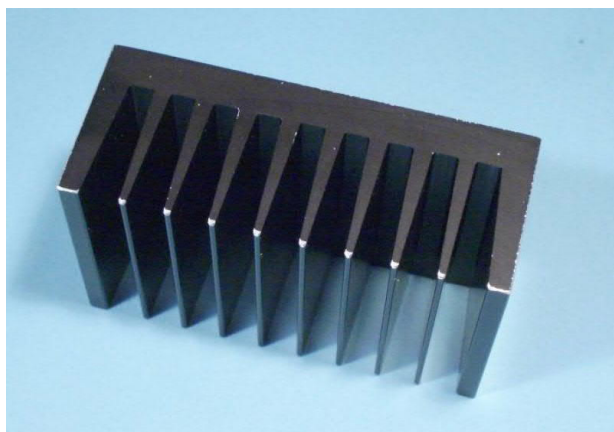
Lieferant: Ing. Klaus Nathan
Bahnhofstrasse 12
98724 Neuhaus/ Rennweg
Tel:03679 / 725767 ab 17:00h

knegrp@aol.com

www.kn-electronic.de

Bausatzpreis: 59,90 €

Kühlkörper



Kühlkörper für PA

Lieferant: Ing. Klaus Nathan
Bahnhofstrasse 12
98724 Neuhaus/ Rennweg
Tel:03679 / 725767 ab 17:00h

www.kn-electronic.de

Preis: 10,00€

Gehäuse für die PA

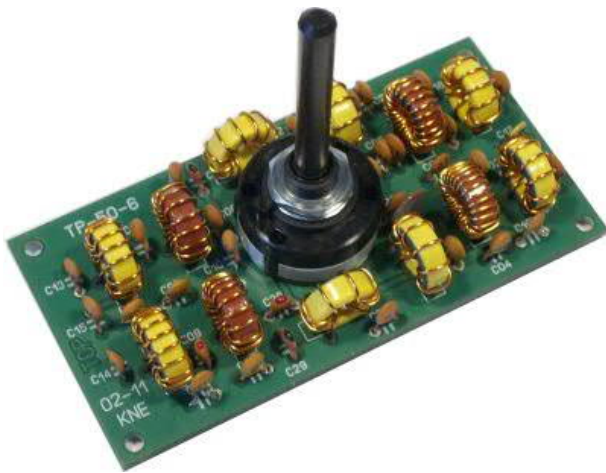


Es ist unbedingt zu empfehlen, die PA-Platine in ein Gehäuse einzubauen. Das Schubert Weißblech-Gehäuse Art.Nr.6 ist dafür genau passend. Hier der Link:

<http://www.schubert-gehaeuse.de/weissblechgehaeuse.html>

Links im Bild die PA mit Gehäuse.

Manuelles TP-Filter



Bausatz Tiefpassfilter TP-50

Lieferant: Ing. Klaus Nathan
Bahnhofstrasse 12
98724 Neuhaus/ Rennweg
Tel: 03679 / 725767 ab 17:00h

Preis: 39,80€

www.kn-electronic.de

Wer möchte, kann das Filter ebenfalls in ein Schubert Gehäuse Nr.6 einbauen. Die Leiterplatte hat die gleichen Abmessungen wie die Endstufe.

Alternatives Tiefpassfilter über BCD-Code gesteuert



Dieses Tiefpassfilter wird automatisch beim Bandwechsel mit dem BCD-Code vom Red Pitaya umgeschaltet.

Das Filter arbeitet von 160 - 6 m und kann für SSB-Betrieb bis max. 40 Watt PEP betrieben werden.

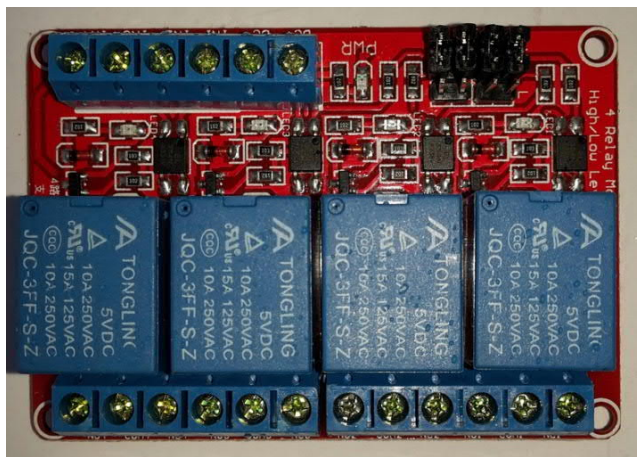
Lieferant:

<https://www.60dbm.com/product/20w-hf-50mhz-lpf/>

Die Lieferung erfolgt aus der Ukraine für 80,00 € zzgl. Versandkosten

Suchen Sie evtl. auch bei Ebay unter dem Begriff: „Hermes Filter“

Umschalt-Relais



Relais-Board mit 4 Relais für die Umschaltung der Antenne RX-TX / ggf. für eine extern PA / On Air LED / und 1 Relais als Reserve.
Diese Relais werden direkt über Opto-koppler vom Red Pitaya aus angesteuert.
Wichtig ist die 5 V Ausführung und positive Logik.

Lieferant: www.aliexpress.com

Preis: 3,50 € + 1,50 € Versand.
Lieferzeit allerdings ca. 3-4 Wochen.

Bei Ebay findet man unter dem Begriff: „Arduino“ ähnliche Relais mit kürzerer Lieferzeit

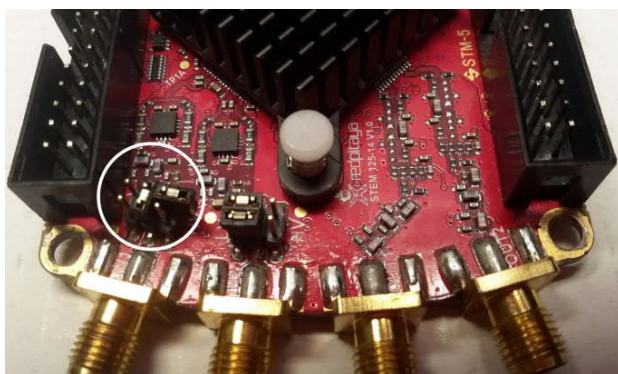
Aktueller Link:

https://de.aliexpress.com/item/32742580606.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.47509f98XVvkWT&algo_pvid=4c7156a5-a70d-4e0b-be56-bfd93165eed9&algo_expid=4c7156a5-a70d-4e0b-be56-bfd93165eed9-11&btsid=0ab6f83a15935324904053768e482b&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603

Eingangsübertrager oder Vorverstärker ?

Da die RX-Empfindlichkeit des RP ist auf Grund seines hochohmigen Eingangs nicht ganz Optimal ist, hier noch einige Anmerkungen zum Empfängereingang des RP.

Die Eingänge des RP können durch die kleinen Steckbrücken für eine max. Eingangsspannung von 2 Volt oder 20 Volt umgesteckt werden. Im Originalzustand sind die Brücken für eine maximale Eingangsspannung von 2 Volt geschaltet. Eine Möglichkeit die Empfindlichkeit um etwa +4 dB zu erhöhen besteht darin, den Spannungsteiler im Eingang komplett zu umgehen. Um aber den hochohmigen Eingang einigermaßen an eine 50 Ohm Antenne anzupassen und vor statischer Aufladung zu schützen, ist es notwendig, einen kleinen Breitband-Übertrager oder einen Vorverstärker vorzuschalten.



Hier sehen Sie, wie die Jumper für den RX- Eingang umgesteckt werden.

Über die Vor- und Nachteile eines Vorverstärkers lässt sich trefflich streiten. Umfangreiche Test haben ergeben, dass mit einem 1:9 Übertrager keine große Verbesserung der Empfindlichkeit zu erwarten ist (max. 3dB). Im Vergleich mit einem Elecraft K3S schnitt der Red Pitaya lediglich in den oberen Bändern etwas schlechter ab. Leider sind z.Z. keine Vorverstärker mehr für den Red Pitaya verfügbar.

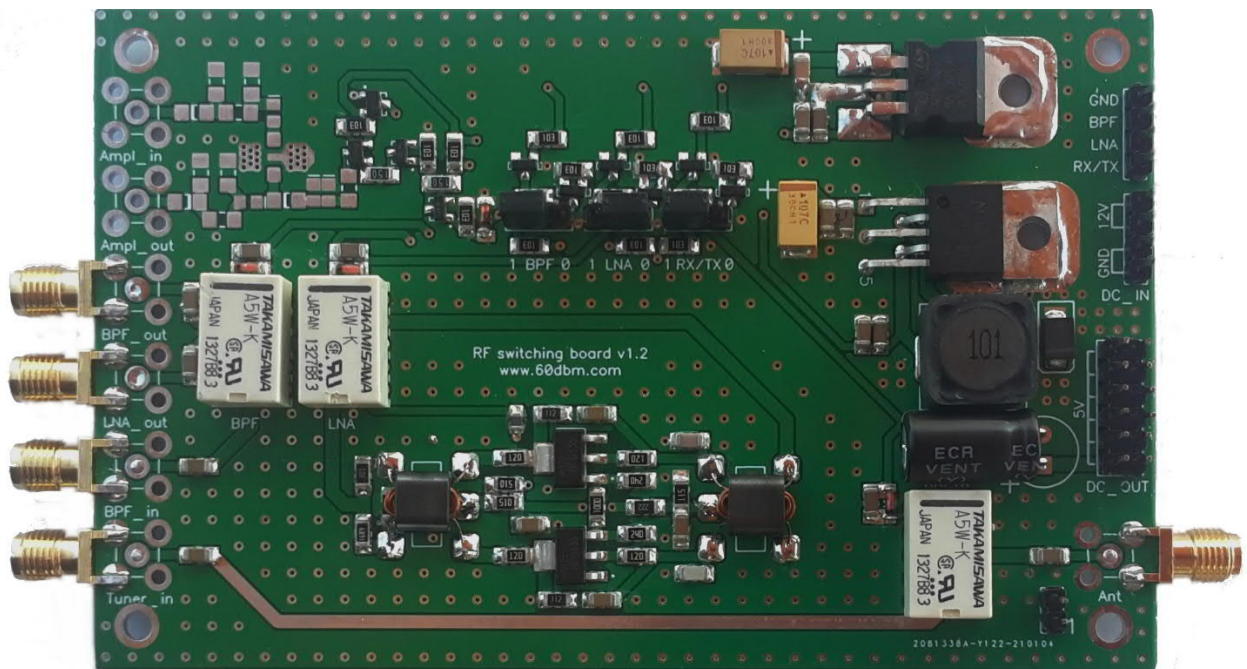
Die Vorverstärker von DC6HL und DC2PD (box73) sind komplett ausverkauft und eine Neuauflage ist nicht vorgesehen. Eine Alternative bietet ein kleines Umschalt-Board aus der Ukraine. Dieses Board verfügt u.A. über einen Gegentakt-Vorverstärker für den RX. Des Weiteren sind ein Spannungsregler und ein Step-Down-Wandler für 5 V mit auf dem Board. Alles wird mit 12 V gespeist. Drei Relais sorgen für die alternative Umgehung des Bandpassfilters am RX, und des Vorverstärkers. Es ist ein interessantes vielseitiges Bauteil für ca. 58.00 € + 11,90 Versand.

Achtung! Die maximale Leistung des Antennen-Umschaltrelais beträgt 20 Watt.

Lieferant: Ebay

<https://www.ebay.de/itm/334454200072?hash=item4ddf061708:g:3WkAAOSwaPpcL8os&amdata=enc%3AAQAHAHAAoHqJWKI1OEZNYFidIDrFCx0F22YjLmk7nY4TBHntUUmxBweCn%2BqZCoQiBH3oDw6aMOOhh1jJLHf00AeT6VZ6xMxShpLnYxFp%2BW8SfoZhE6VKsStiQscUL9kEzYW%2BBB1Ttwy5nhXXGPJ5eq4ztkBzKvekLI9CPL3WzJJVmmli97Gc%2Fv2yD8SLOxdd03VGzqjsoCfTMvRFhKeQIUG9ttfcZo%3D%7Ctkp%3ABk9SR9KSpbPLYQ>

Suchen Sie bei Ebay unter dem Begriff „RF Switching Board“



Wer das Board nicht einsetzen möchte, dem bleibt nur der 1:9 Balun. Nach mehreren Messungen, musste ich feststellen, dass die meisten der angebotenen Übertrager wenig geeignet sind. Kein linearer Frequenzgang, Schwingneigung und Geistersignale treten auf. Das hängt eben mit dem extrem hochohmigen Eingang ($1\text{M}\Omega$) des RP zusammen.

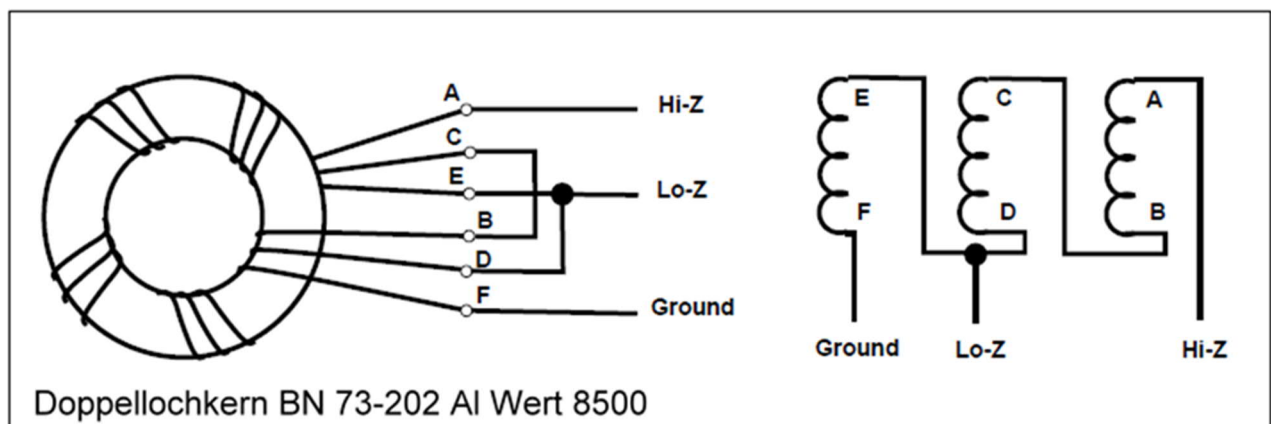
Die absolut beste und preiswerteste Lösung, wie ich festgestellt habe, ist der Eigenbau mit einem Doppellochkern. Dieser Übertrager bringt wirklich einen Empfindlichkeitszuwachs von 4 dB über den gesamten Bereich von 1,6 - 30 MHz und das ohne Anstieg des Rauschpegels. An dieser Stelle, mein Dank an Rüdiger DJ4KI (sk) für die zahlreichen Tipps.

An Material wird wenig benötigt, ein Doppellochkern BN 73-202 AL-Wert 8500
Lieferant: Reichelt. Ein kleines Stück Lochrasterplatte 30x13 mm, 1 SMA-Einbaubuchse (Female) und eine SMA Einbaustecker (Male) etwas Kupfer-Lackdraht 0,2 mm.

Gut geeignet ist der aus früherer Zeit bekannte Fädeldraht, der ist mehrfarbig und lässt sich gut löten. Verdrillen sie die Adern vorsichtig, mit einer Bohrmaschine. Kennzeichnen Sie ggf. die einzelnen Adern farbig, um sie beim Verschalten zu identifizieren. Wickeln sie nun 3 Windungen durch den Doppellochkern. Verbinden Sie anschließend die Einzelnen Adern, wie unten im Bild zu sehen. Befestigen Sie den Kern mittels einem kleinen Stück Doppelseitigen Klebeband auf der Platine. Anschließend werden die Buchse bzw. der Stecker angelötet. Der SMA-Stecker wird ohne jegliches Koaxialkabel direkt am RX-Eingang des Red Pitaya angeschlossen. Wenn alles funktioniert, kann man den Kern mit einem passenden Stück Schrumpfschlauch zusätzlich fixieren und schützen.

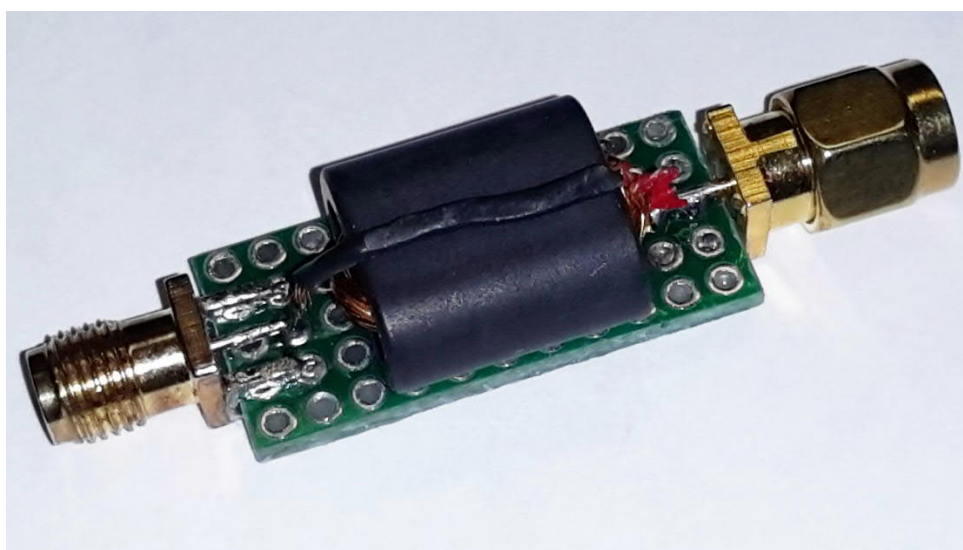
Aber immer daran denken, bei Gewitter das Antennenkabel entfernen!

So werden die einzelnen Drähte verschaltetet.



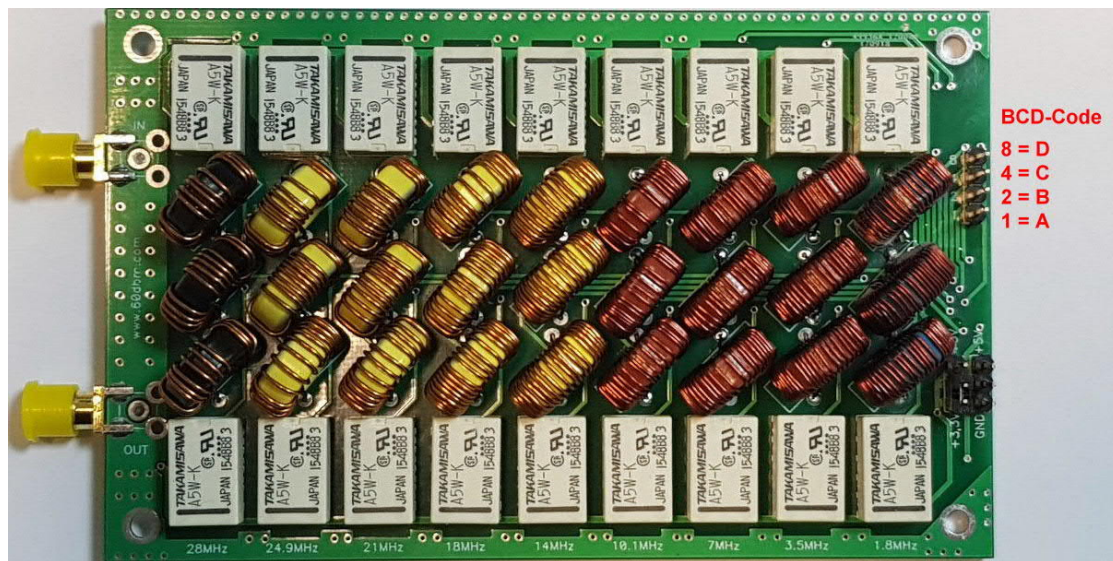
Damit kein Missverständnis entsteht, in der Skizze ist wegen der besseren Übersicht ein Ringkern gezeichnet. Tatsächlich wird aber ein Doppellochkern benutzt.

Prototyp meines Balun mit Doppellochkern BN 73-202 AL Wert 8500.



RX-Bandpassfilter

Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, dass durch die fehlende Selektion am RX-Eingang des RP, bei starken Rundfunkstationen ins besonders am Abend mit Kreuzmodulation usw. zu rechnen ist. Der Eingang des RP wird durch die starken Signale übersteuert. Hier muss jeder selbst entscheiden, ob man das Filter einbauen möchte.



Dieses RX-Bandpassfilter wird automatisch beim Bandwechsel mit dem BCD-Code vom Red Pitaya umgeschaltet. Das Filter arbeitet von 160 - 10 m.

Das Filter ist nicht zum Senden geeignet! Also nicht im TX-Zweig verwenden.

Lieferant: <https://www.60dbm.com/product/hf-bpf-9-band/>

Die Lieferung erfolgt aus der Ukraine für 100.00 € zzgl. Versandkosten

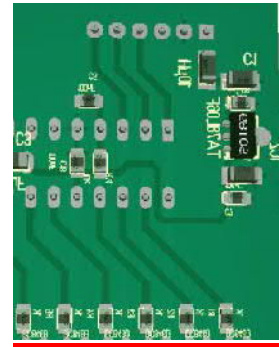
Unter dem Begriff: „Bandpassfilter Hermes“ wird man evtl. auch fündig.

4. Zusammenstellung der Baugruppen und Bauteile

- Red Pitaya Stemlab 125-14 Starter-Kit
- 5 / 12 / 24 Volt Dreifach-Netzteil 90 oder 135 Watt
- Audio-Codec Board
- Adapterplatine
- Relais-Board
- FET-Endstufe
- Kühlkörper
- Weißblechgehäuse Schubert Nr. 6
- Gehäuse (Gut geeignet sind 19 Zoll Gehäuse, die gibt es teilweise günstig bei Ebay)
- Tief-Pass-Filter für TX (mit BCD-Code-Steuerung)
- Alternativ Manuelles Tiefpass-Filter
- Bandpassfilter für RX (mit BCD-Code-Steuerung)
- Breitband-Übertrager
- Kleinteile, SMA-Stecker, SMA-Einbaubuchsen, PL-Buchse, Klinkenbuchsen / Diverse Stecker / RJ-45 Einbaubuchse, Cinch-Buchsen / Netzschalter.
- Koaxialkabel RG-316

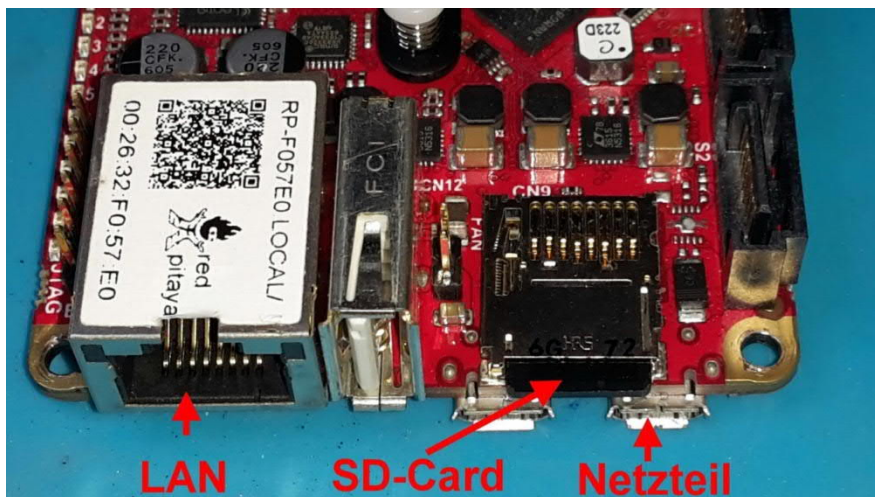
Hinweis:

Wer andere Filter besitzt, oder Eigenbau-Filter verwenden möchte, die nicht mit BCD-Code angesteuert werden können, hat Wolfgang DL2JWL einen BCD to Dezimal Decoder entwickelt. Es handelt sich um eine kleine Platine die direkt auf mein Adapterboard aufgesteckt werden kann. Die Platine ermöglicht die direkte Ansteuerung von 7 Relais durch 7 open Kollektor Transistoren die gegen Masse schalten. Wer Interesse an einer bestückten Platine hat, kann sich per E-Mail an DL2JWL@dar.de wenden.



5. Die erste Inbetriebnahme

Sicher werden nicht alle Komponenten gleichzeitig geliefert. Wenn man aber den Red Pitaya (der wird bei Reichelt innerhalb von 3 Tagen geliefert) schon in Händen hat, kann man bereits loslegen und die ersten Eindrücke und Erfahrungen sammeln.



Die Anschlüsse auf der Rückseite.

Für einen ersten Test ist es sinnvoll den Red Pitaya einmal ohne Peripherie in Betrieb zu nehmen, um sich mit der Software und den Möglichkeiten etwas vertraut zu machen

Achten Sie unbedingt auf eine isolierte Unterlage oder montieren Sie den RP auf ein kleines Holzbrett. Kurzschlüsse mag er nicht so gerne.

Zum Testen kann das mitgelieferte Stecker-Netzteil benutzt werden. Für den späteren Betrieb ist es wegen der Störstrahlung nicht zu empfehlen.

Hinweis: Achten Sie darauf, dass das Netzteil 5V bzw. 5,5 V liefert.

Die Kabel sollten, wegen des Spannungsabfalls, keinen zu niedrigem Querschnitt haben. Der Lüfter braucht zum Anlaufen min. 4,9 Volt. Messen Sie im Zweifelsfall die Spannung direkt an der Platine.

Firmwareinstallation für den Red Pitaya.

Seit der Auslieferung des ersten RP hat sich bezüglich der Firmware einiges getan. Pavel Demin hat eine kleinere und einfacher zu handhabende Firmware mit dem Namen „Alpine“ entwickelt. Die aktuelle Version ist: 3.18 vom 05.07.2023
Heben Sie aber sicherheitshalber die Original Micro-SD-Card erst einmal auf.

Neue Alpine Linux Software 2023 für Red Pitaya 14 und 16 Bit.

Die neue Software von Pavel ist sowohl für den 14 als auch den 16 Bit Red Pitaya geeignet. Die Datei „start.sh“ entscheidet, welche Anwendung für ein 14 oder 16 Bit - System gestartet werden soll.

Betr. Aktuelle Version: [red-pitaya-alpine-3.18-armv7-20230705.zip](#)

1. Zunächst benötigen Sie eine leere Micro-SD-Card (die kleinste mit 4 Gbyte genügt). Es sollten sich keine weiteren Daten auf der Karte befinden. Ggf. mit dem Programm „SD Card Formatter“ formatieren. <https://www.sdcard.org/downloads/formatter/> Am besten ist es, eine neue Micro-SD-Card zu verwenden. Außerdem benötigen Sie einen USB-SD-Karten-Adapter, damit Sie die Micro-SD-Karte am PC bearbeiten können.
2. Formatieren Sie die Micro-SD-Card mit FAT32.
3. Laden Sie die Zip-Datei für das SD-Image unter dem nachfolgenden Link herunter.

<http://pavel-demin.github.io/red-pitaya-notes/alpine/>

- Download: [SD card image zip file](#).
- Auf dieser Seite finden Sie weitere hilfreiche Informationen.

4. Kopieren Sie die komplette Zip-Datei auf die Micro-SD-Card.
5. Entpacken Sie die Zip-Datei auf die Micro-SD-Card.

Es wird ein neuer Ordner erstellt mit dem Namen: „[red-pitaya-alpine-3.18-armv7-20230705](#)“

Öffnen sie diese Ordner und markieren sie alle Dateien. Anschließend alle Dateien ausschneiden und in die oberste Eben der Micro-SD-card kopieren. Den leeren Ordner können sie danach löschen.

6. **14 Bit-Red Pitaya:** Um die jeweilige Software, hier (HPSDR) beim Booten automatisch zu starten, muss die Datei „start.sh“ in das oberste Verzeichnis der SD-Card kopiert werden. Die Datei befindet sich im Verzeichnis: `apps> sdr_transceiver_hpsdr`, kopieren Sie die Datei „start.sh“ und fügen Sie die Datei in das oberste Verzeichnis (Root) der Micro-SD-card ein.

7. **16 Bit-Red Pitaya:** Um die jeweilige Software, hier (HPSDR) beim Booten automatisch zu starten, muss die Datei „start.sh“ in das oberste Verzeichnis der SD-Card kopiert werden. Die Datei befindet sich im Verzeichnis: `apps> sdr_transceiver_hpsdr_122_88`, kopieren Sie die Datei „start.sh“ und fügen Sie die Datei in das oberste Verzeichnis (Root) der Micro-SD-card ein.

8. Stecken Sie die Micro-SD-Card in den Red Pitaya und schließen das Netzteil an. Anfänglich leuchtet nur die grüne LED, nach etwa 45 Sek. die Blaue. Grün und Blau leuchten dann ständig. Die HPSDR Software kann jetzt gestartet werden.

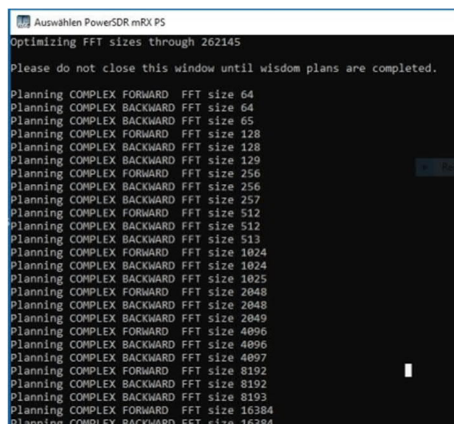
So sollte der Inhalt der Micro-SD-Card in der obersten Ebene aussehen.

wifi	05.07.2023 18:38	Dateiordner	
cache		Dateiordner	
apps	05.07.2023 18:38	Dateiordner	
red-pitaya-alpine-3.18-armv7-20230705.zip	11.09.2023 14:09	ZIP-komprimier...	108.413 ...
red-pitaya.apkovl.tar.gz	05.07.2023 18:38	WinRAR	10 KB
uEnv.txt	03.02.2023 19:12	TXT-Datei	1 KB
→ start.sh	05.07.2023 18:38	SH-Datei	1 KB
devicetree.dtb	03.07.2023 21:39	DTB-Datei	12 KB
ulnitrd	05.07.2023 18:35	Datei	3.452 KB
ulmage	03.07.2023 21:39	Datei	5.405 KB
modloop	05.07.2023 18:35	Datei	20.852 KB
boot.bin	04.07.2023 00:04	BIN-Datei	532 KB

PS. Übrigens, wer eine 1:1 Kopie von der SD-Card anfertigen möchte, kann das mit der normalen Windows Kopierfunktion durchführen. Dazu ist kein Spezialprogramm mehr erforderlich!

6. HPSDR-Softwareinstallation

Als nächsten Schritt müssen Sie die Software „openHPSDR“ herunterladen. Hier der Link. <https://github.com/TAPR/OpenHPSDR-PowerSDR/releases>
Laden Sie die jeweils aktuellste Software herunter und installieren diese.
z. Bsp. „PowerSDR_mRX_PS_v3.4.9.0_Setup.msi“



```
Auswählen PowerSDR mRX PS
Optimizing FFT sizes through 262145
Please do not close this window until wisdom plans are completed.
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 64
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 64
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 65
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 128
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 128
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 129
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 256
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 256
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 257
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 512
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 512
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 513
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 1024
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 1024
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 1025
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 2048
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 2048
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 2049
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 4096
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 4096
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 4097
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 8192
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 8192
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 8193
Planning COMPLEX FORWARD FFT size 16384
Planning COMPLEX BACKWARD FFT size 16384
```

Starten Sie das Programm „PowerSDR mRX PS“

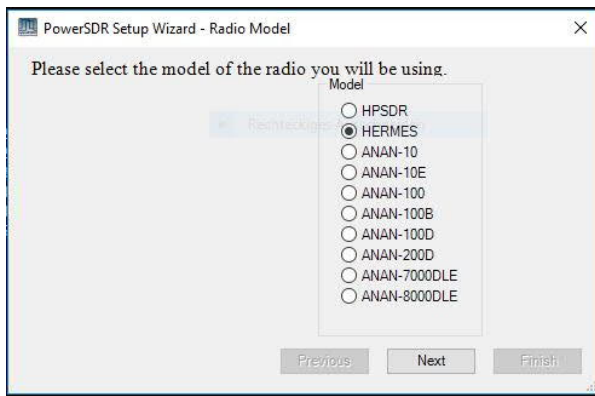
Es erscheint jetzt das linke Bild. Hier ist unbedingt Geduld angebracht. Die Installation und Speicherung der FFT-Tabellen kann mehrere Minuten betragen. Je nach verwendeten PC unterschiedlich.

Vorgang nicht unterbrechen!!!

Wenn alles erstellt ist, steht in die letzte Zeile:

„Planning REAL Forward FFT size 262144“

Wenn das alles Erfolgreich verlaufen ist, verbinden Sie den RP mit einem LAN-Kabel und Ihrem Netzwerk-Router und schließen das Netzteil an. Einstellungen in der Netzwerk-Konfiguration sind nicht erforderlich, da der RP sich über DHCP selbst konfiguriert.



Jetzt werden Sie gefragt, welche Hardware benutzt werden soll.

Hier markieren Sie „HERMES“ und klicken auf **Next**

Die beiden nächsten Fenster überspringen Sie wieder mit **Next**.

Als nächstes kommt der Hinweis:

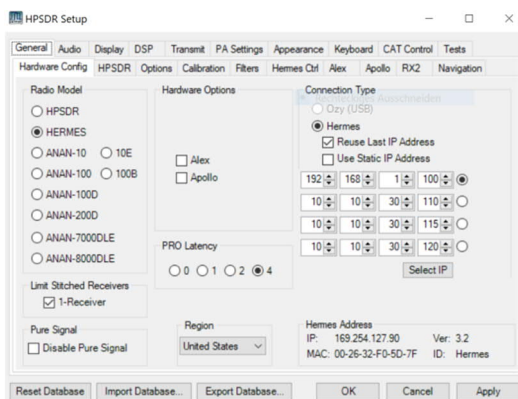
Setup is now complete.

Klicken Sie auf **Finish**. Die Bedienoberfläche wird nun gestartet.

Das nächste Fenster kann mit „Next“ übersprungen werden und zum Abschluss auf „Finish“ klicken.

Das Programm HPSDR startet nun selbsttätig.

Klicken Sie im Fenster links oben auf Setup und öffnen Sie das Fenster: General > Hardware Config.



Überprüfen Sie, ob unten rechts im Fenster unter „Hermes Adress“ die IP-Adresse und die MAC-Adresse eingetragen sind.

Wenn Sie nun im Hauptfenster links unten auf den Button **VAC1** klicken, hören Sie bereits das Rauschen des Empfängers. Evtl. müssen sie im Reiter Audio die Soundkarte des PC noch auswählen.

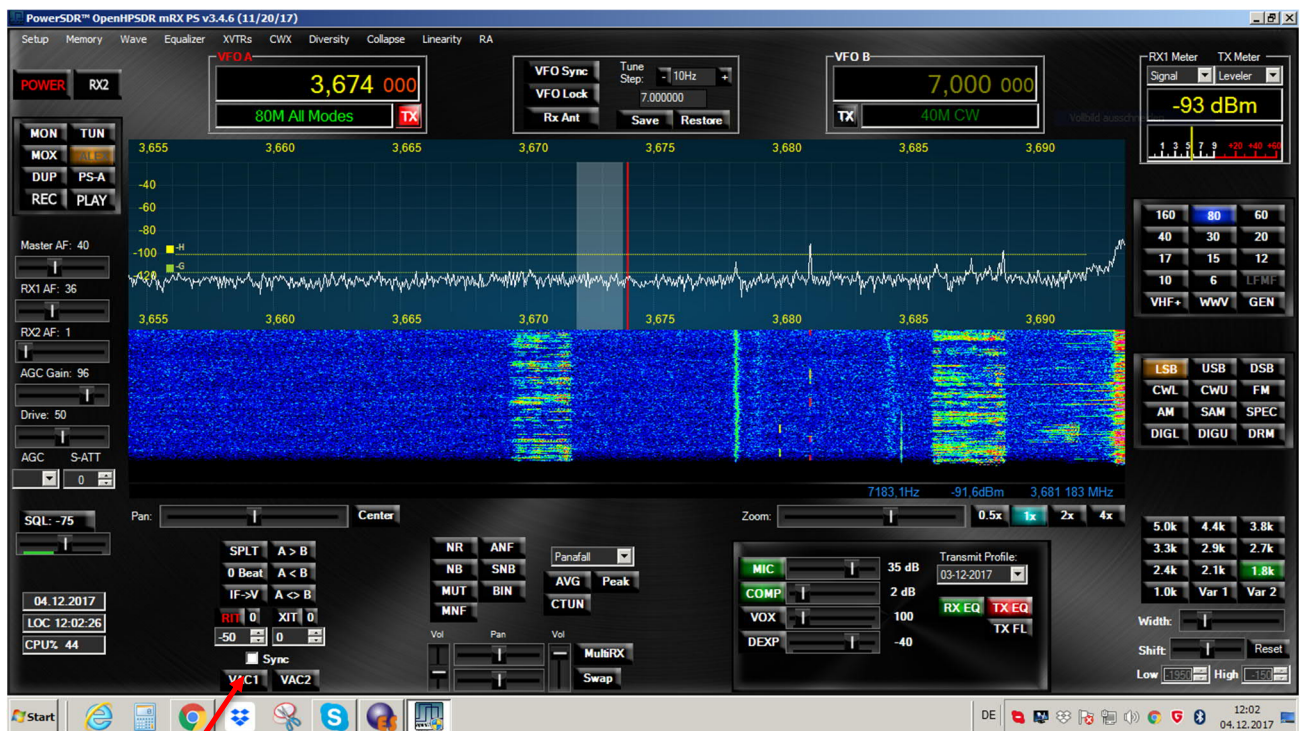
Wenn eine Antenne am Eingang 1 angeschlossen ist und die Software weitgehend richtig konfiguriert wurde, kann man jetzt den Empfänger testen. Mit einer Antenne oder einen 50 Ω Abschlusswiderstand am Ausgang 1 kann auch der 10 mW Sender getestet werden.

Was die Bedienung der Software und deren Konfiguration anbetrifft, so geht nur „learning by doing“. Man muss es sich selbst erarbeiten. Eine weitere Beschreibung der einzelnen Funktionen ist an dieser Stelle nicht möglich. Am Ende des Artikels werden anhand von Screenshots die wichtigsten Einstellungen gezeigt.

7. Die Bedienoberfläche von Open HPSDR

Die Bedienoberfläche wirkt sehr aufgeräumt und ist weitgehend selbsterklärend. Mit den Feinheiten wird man nach einiger Zeit der Benutzung gut vertraut werden. Ich bin relativ schnell damit klargekommen. Viele Funktionen sind intuitiv zu erlernen. Die Software ist inzwischen zum Standard geworden und sehr weit verbreitet.

Wichtig: Die Konfigurationseinstellungen erfordern allerdings etwas Eingewöhnung. So muss man sich mit den Setup-Einstellungen erst vertraut machen und die Funktionen verstehen. In der Regel kann man mit den Standardeinstellungen erste Versuche unternehmen. Am Ende der Beschreibung habe ich von alle Setup-Fenstern und den jeweiligen Einstellungen dazu einen Screenshot abgedruckt, so kann man nachsehen, falls mal ein Haken falsch gesetzt wurde. Geringe Abweichungen sind zu beachten, da es sich um meine persönlichen Einstellungen handelt.



Audio on!

8. Vorbereitung und Aufbau der weiteren Komponenten

Am RP selbst gibt es ja nicht viel zu machen. Sehen Sie für die Kühlung des Prozessors einen kleinen Lüfter 40 x 40 mm oder 50 x 50 mm vor. Dieser kann, falls gewünscht, wegen des Lüfter Geräusches auch mit 5 V betrieben werden, da läuft er fast lautlos.

Aber Achtung: Nicht alle Lüfter laufen mit 5 Volt an. Vorher unbedingt testen, ob der Lüfter sicher anläuft.

Etwas problematisch ist der Anschluss der Pfostenbuchsen E1 und E2. Hier überlasse ich es jedem selbst eine Lösung zu finden. Das Anlöten von einzelnen Drähten auf den Pfostensteckern gestaltet sich durch die engen Abstände der Pins schwierig. Hier rate ich dringend davon ab. Die Kontakte sind später für Stecker unbrauchbar geworden. Es gibt im Handel schmale Kontaktleisten, die man auf die entsprechende Anzahl der benötigten Kontakte abrechnen kann. Hier kann man einzelne Drähte anlöten, ohne die Pins zu beschädigen.

Die +5 V Stromversorgung des RP habe ich mit einem Kabel mit angespritztem Micro-USB-Stecker von einem defekten Netzteil gelöst. Man kann aber den USB-Stecker, wenn er stört, weglassen. Die 5 V können auch über den PIN 1 vom Connector E 2 eingespeist werden. Es besteht eine direkte Verbindung zwischen dem USB-Stecker und dem PIN 1. Das dürfte die elegantere Lösung sein.

Die optimale und eleganteste Lösung ist die von mir entwickelte Adapterplatine, wie im Kapitel 14 beschrieben.

9. FET-Endstufe

Der Aufbau der Endstufe sollte unbedingt nach der mitgelieferten Anleitung erfolgen. Überprüfen Sie nach der Bestückung der Bauteile die Platine auf evtl. Lötbrücken und unsaubere Lötstellen. Ansonsten gilt die Bauanleitung.

Sie ist sehr genau und der Aufbau ist ausführlich und gut verständlich beschrieben.

Montieren Sie zunächst probeweise die Platine mit den Transistoren auf den Kühlkörper.

Die PA-Transistoren niemals ohne Kühlkörper betreiben. ! ! !

Vergessen Sie keinesfalls den Jumper für die Betriebsspannung für 12 oder 24 V richtig zu setzen. ! ! !

Als Erstes wird der Ruhestrom laut Anleitung eingestellt. Wenn der Ruhestrom korrekt eingestellt ist, verbinden Sie nun den HF-Eingang der Endstufe mit dem HF-Ausgang 1 des RP.

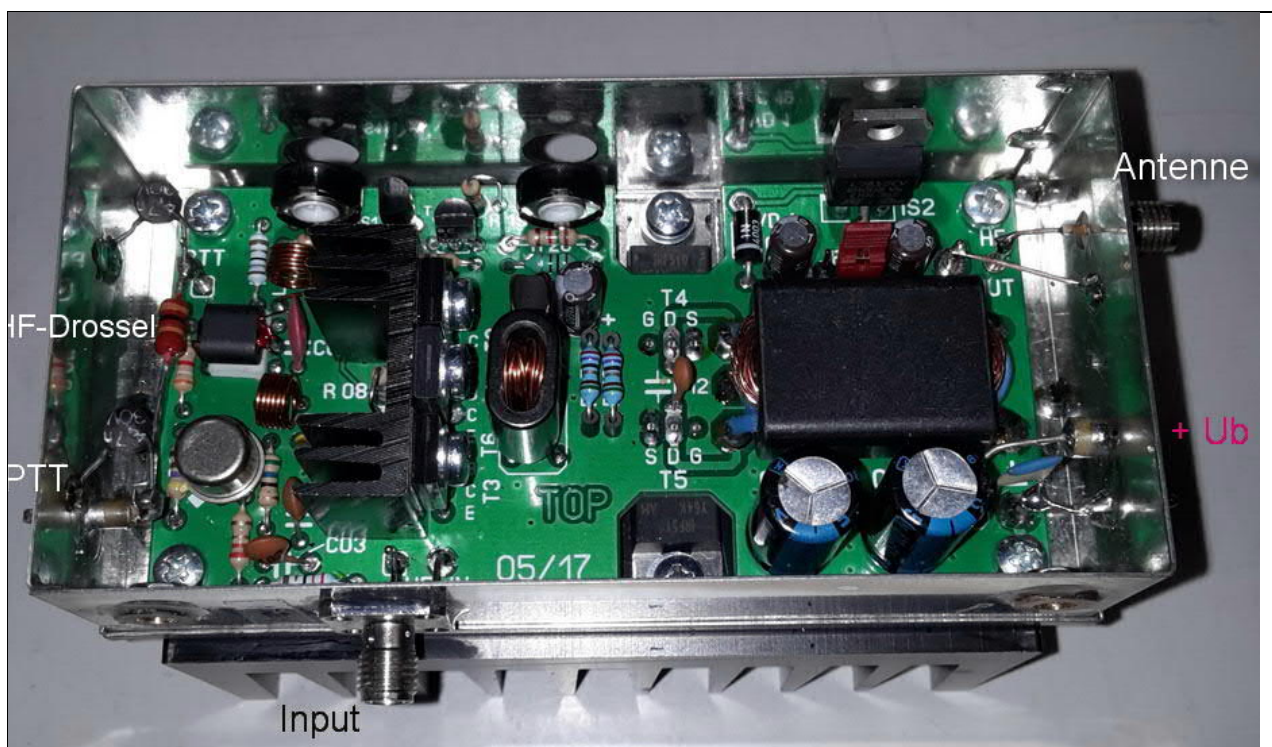
Starten Sie die SDR-Software. Die entsprechenden Einstellungen in HPSDR-Software unter Setup>PA-Settings >PA Gain sollten für einen ersten Test auf dem 80 m Band auf etwa 60 dB stehen. Verbinden Sie das 24 V Netzteil mit der PA und schließen sie am Ausgang der PA ein Wattmeter und unbedingt eine Dummyload an.

In der Software klicken Sie auf den Button "Power" und danach auf „Tune“ auf der linken Seite. Darunter befindet sich der Schieberegler „Drive“ dieser sollte auf 100 stehen. Verbinden Sie für den ersten Test den PTT-Anschluss vorübergehend nach Masse. Nun müsste, wenn alles richtig verschaltet ist, das Wattmeter Leistung anzeigen. Alle weiteren Funktionen werden über die Einstellungen in der Software vorgenommen. Wenn soweit alles funktioniert, sollte die PA später unbedingt in ein Schubert Weißblech-Gehäuse der Größe 6 eingebaut werden.

Die PA ist damit HF-dicht eingebaut und ist eine saubere HF-Lösung.

Auf dem Foto kann man den Einbau in das Gehäuse gut erkennen. Für die Kühlfahnen der Transistoren sind in den Gehäuseboden zwei entsprechend große Ausschnitte vorhanden. Die Transistoren müssen wegen des besseren Wärmeleit-Kontaktes direkt auf den Kühlkörper montiert werden. Vergessen Sie nicht die beiden Glimmerscheiben für die Transistoren mit etwas Wärmeleitpaste auf dem Kühlkörper zu fixieren.

Weitere Bohrungen am Gehäuse sind für die Befestigung der Platine, für die SMA-Buchsen, Stromzuführung, PTT, und Ruhestromeinstellung erforderlich. Für die Befestigung des Gehäuses auf einem Chassis können kleine Metallwinkel angebracht werden. Ich habe zwei 3 mm Muttern innen über zwei Bohrungen angelötet und das Gehäuse mit dem Chassis verschraubt. Wenn alle Öffnungen soweit gebohrt sind, werden die Seitenteile sauber im rechten Winkel zu verlöten. Danach kann alles mit der Bodenplatte verlötet werden. Der Deckel wird nur mit zwei kleinen Lötstellen verlötet oder nur aufgesteckt. Nun wird die Platine mit den Distanzbolzen auf dem Kühlkörper verschraubt. Die Transistoren mit den schwarzen Isolationsringen vorsichtig in die vorhanden 3 mm Gewindelöcher verschrauben - eventuell muss etwas korrigiert werden. Überprüfen Sie unbedingt mit einem Ohmmeter, ob die Kühlfahnen der Transistoren keine Masseverbindung haben. Für die Stromzuführung und dem PTT-Anschluss ist je ein Durchführungskondensator von 1nF oder größer einzubauen. In die PTT-Leitung habe ich zusätzlich noch eine kleine HF-Drossel eingefügt. Am +Ub Anschluss sind die 5 Ferritperlen nicht zu vergessen. Wer die Möglichkeit hat, kann als Alternative einige Windungen des Zuleitungsdrahtes durch einen Ferrit-Lochkern wickeln. Sicherheitshalber ist mit einem Oszillographen am Ausgang zu prüfen, ob die PA ohne Ansteuerung nicht wild schwingt. Je nach benötigter Leistung ist für die PA eine weitere Kühlung mit einem Lüfter notwendig. In meinem Fall wird die PA nur mit 10 Watt als Treiber für eine größere PA betrieben, daher ist keine zusätzliche Kühlung notwendig. Die PA wurde allerdings so montiert, dass der Kühlkörper außerhalb vom Gehäuse liegt. Bei höherer Leistung empfiehlt es sich zwei kleine 12 V Lüfter 50 x 50 mm am Kühlkörper anzubringen. Die beiden Lüfter können durch das hintereinander schalten direkt mit 24 V betrieben werden.



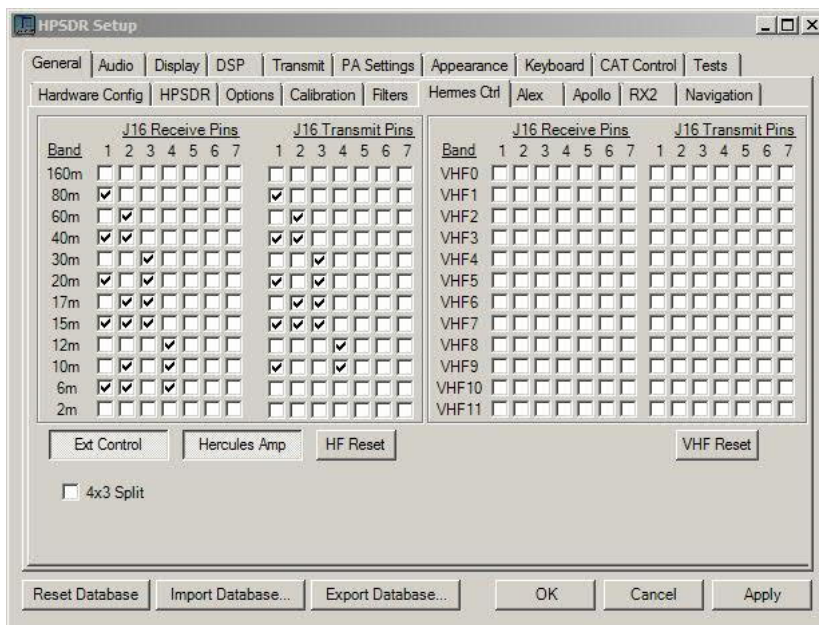
10. Tiefpassfilter

Für den Betrieb der PA an einer Antenne ist wegen der vorhandenen Ober- und Nebenwellen zwingend ein Tiefpassfilter erforderlich.

Hier hat man die Qual der Wahl: entweder die preisgünstige Version eines Bausatzes von KN-electronic für 39.80 € Hier müssen allerdings auch die Ringkerne noch selbst gewickelt werden und bei einem Bandwechsel muss das Filter manuell umgeschaltet werden. Die Bauanleitung ist gut beschrieben. Bei den Kondensatoren sollte man darauf achten, die Werte genau abzulesen. Auf Grund der geringen Baugröße kann es leicht zu Verwechslungen kommen.

Als Alternative können Sie auch ein Tiefpassfilter als Fertigbaustein benutzen, welches automatisch beim Bandwechsel umschaltet. Ich denke, hier ist man besser bedient, selbst wenn der Preis etwa doppelt so hoch ist. Beim Aufbau ist wenig zu beachten. Es sind nur der HF-Ein- und Ausgang sowie die BCD-Verbindungen mit dem Connector E 1 am RP richtig zu verbinden. Siehe nachfolgende Tabelle.

BCD-Code	Stecker	PIN	Funktion
A	E1	Pin 11	DIO4_P
B	E1	Pin 13	DIO5_P
C	E1	Pin 15	DIO6_P
D	E1	Pin 17	DIO7_P



Beispiel für die Logiktable des TP- und Bandpass-Filter mit BCD-Steuerung.

Muss ggf. individuell angepasste werden, je nach verwendetem Filter.

Im Setup Menü unter: General > Hermes Ctrl sind, wie nebenstehend zu sehen ist, die entsprechenden Haken bei:

J16Receiver Pins
und
J16 Transmit Pins zu setzen.

11. Relais-Board

Dieses preiswerte Relais-Board aus China (Aliexpress.com) wird zum Umschalten der Antenne für RX und TX usw. benötigt. Die bessere Lösung ist es aber, ein kleines Koaxial-Relais zu benutzen und über eines dieser Relais zu schalten.

Die S/E-Umschaltung selbst erfolgt bereits im RP per Software. Zusätzlich kann für eine externe größere PA ein PTT-Kontakt zur Verfügung gestellt werden. Für die Kontroll-LED beim Senden (On Air) steht ebenfalls ein Kontakt zur Verfügung. Ein weiteres Relais ist noch als Reserve für zusätzliche Anwendungen vorhanden.

Das Relais-Board wird über jeweils 4 getrennte Optokoppler angesteuert und kann daher direkt vom PTT-Ausgang des RP angesteuert werden.

Es muss zwingend die 5 Volt Ausführung verwendet werden, da die Relais mit +3.3V vom RP angesteuert werden. Eine 12 Volt Ausführung funktioniert hier nicht. Achten Sie darauf, dass die Jumper für eine positive Logik gesteckt sind. Der RP liefert +3.3 V bei PTT. Vorher testen!



Jumper- Einstellung !

Auf dem Relais-Board werden am Eingang-alle Masseleitungen sowie alle Schalteingänge miteinander verbunden, so dass alle vier Relais gleichzeitig schalten.

12. Audio-Codec-Board

Das Audio-Codec-Board ist nicht zwingend erforderlich, aber sehr zu empfehlen.

Es handelt sich hier um eine kleine Soundkarte mit AD/DA-Wandler, die direkt mit dem RP zusammenarbeitet.

Es ist zwar möglich, die Soundkarte im PC über das sogenannte „Virtuelle Audio Cable“ (VAC) zu betreiben. Wobei allerdings die größeren Laufzeiten der DA/AD Wandlung von Nachteil sind. Auch die Zuordnung der diversen Soundgeräte im PC und deren Verwendung, wie für Skype usw., führen zu Verwechslungen oder Bedienungsfehlern. Mit diesem kleinen Board wird eine saubere Trennung der Audioanwendungen auf dem PC erreicht. Es sind nur einige wenige Verbindungen zum RP erforderlich. Siehe weiter unten. Das Board verfügt über einen Mikrofon-Eingang und einen Kopfhörer-Ausgang. Die Steuerung erfolgt über den I²C-Bus und konfiguriert sich selbst.

14. Interface-Platine

Bei meinem ersten Aufbau eines Transceivers habe ich mich bereits über die unglücklichen Verbindungen der Peripherie zu den beiden Pfostenbuchsen auf dem RP geärgert. Für einen Betrieb als KW-Transceiver müssen diverse Anschlüsse von E 1 und E 2 herausgeführt werden und mit der Peripherie verbunden werden. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten an die Anschluss Pins zu kommen, leider sind die meisten davon sehr unbefriedigend. Wackelkontakte oder gar Kurzschlüsse können die Funktion einschränken. Man kann dabei nur hoffen, dass der RP nicht abraucht. Löten ist auch keine gute Lösung. Die Verbindung mit den vorgegebenen 26 poligen Flachkabeln und den Wannensteckern ist gleichfalls unbefriedigend. Das Verpressen der Stecker mit dem Kabel erfordert das passende Flachkabel, Stecker, Werkzeug und hohe Genauigkeit. Das eine oder andere Kabel landet dann im Abfall, weil es nicht korrekt in den Stecker eingepresst wurde. Eine optisch elegante Lösung ist es außerdem nicht.

So entstand der Wunsch, den RP direkt und ohne Kabelverbindungen auf eine Europakarte zu setzen und einen Teil der notwendigen Peripherie für die Steuerung externer Baugruppen gleich mit zu integrieren.

Der Vorteil dieses Aufbaues ist, dass die komplette Verdrahtung des Red Pitaya direkt über die Pfostenstecker auf die Platine erfolgt und Verdrahtungsfehler ausgeschlossen sind. Man muss keine Anschlussbelegung mehr im Internet suchen und Verdrahtungspläne studieren.

Es steht sofort eine kompakte Einheit zur Verfügung und kann für einen Test mit allen Funktionen sofort in Betrieb genommen werden. Ich denke, das sollte auch für Neueinsteiger ein Anreiz sein sich näher mit dem Red Pitaya zu befassen.

Die Platine ist übrigens für alle „Original Red Pitaya“ Ausführungen geeignet.

Zwischenzeitlich gibt einen „China Clone“ der auch grundsätzlich funktioniert. Leider wurden die Anschlüsse Spiegelbildlich angeordnet. Somit müssten die Pfostenstecker auf der Unterseite montiert werden, wobei allerdings die Kühlung für den Prozessor nicht mehr funktioniert. Also ist hier Vorsicht geboten.

15. Auskopplung des Referenzsignales für „Predistortion“ oder auch „Pure Signal“

Was ist „Predistortion“? Es ist die englische Bezeichnung für „Vorverzerrung“. Hintergrund ist immer die Anforderung einer optimalen linearen Übertragung der Signale. Wie wir wissen, produziert jeder Verstärker nichtlineare Verzerrungen. Diese nichtlinearen Verzerrungen erzeugen ein breitbandiges Spektrum unerwünschter Signale, auch als Intermodulationsabstand oder IMD3 bezeichnet. Das ist für andere Funkamateure sehr unangenehm und außerdem nicht zulässig. Heute übliche Transceiver erreichen im Idealfall einen IMD3 von ~ -30 bis -35 dB. Das ist ein recht brauchbarer Wert. Jeder weitere Verstärker verschlechtert den IMD3 !

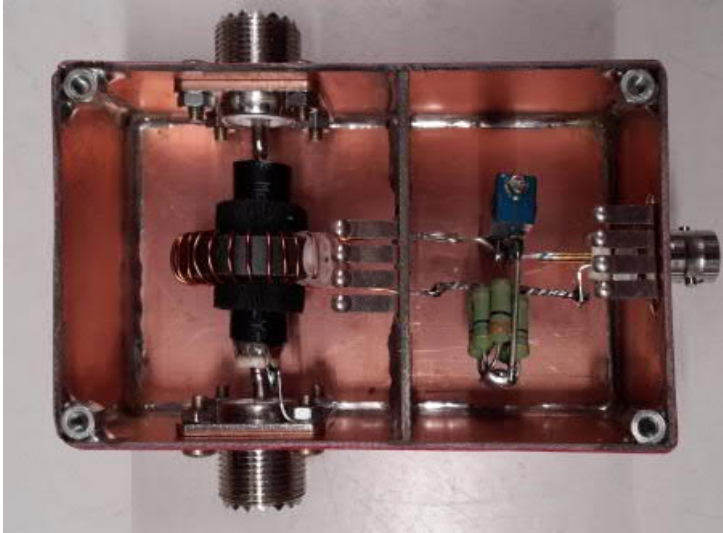
Die Lösung: Eine Probe des Ausgangssignales wird an der PA abgegriffen und dem 2. Empfänger-Eingang des RP zugeführt. In einem aufwändigen Algorithmus werden die Verzerrungen analysiert und das Sendersignal entsprechend korrigiert. Das funktioniert so gut, dass ein IMD3 von bis zu - 50 dB erreicht werden kann.

Für Predistortion muss daher ein kleiner Teil vom Ausgangssignal hinter der PA ausgekoppelt werden und dem 2. Eingang vom RP zugeführt werden. Das wird mit einem Ringkern und einigen Windungen Draht über ein Widerstand-Dämpfungsglied realisiert. Die Auskoppeldämpfung sollte etwa zwischen -40 dB und -60 dB betragen. Das kann je nach Ausgangsleistung variieren und sollte entsprechend angepasst werden. Es muss eventuell etwas experimentiert werden, da ja jede PA so ihre Eigenarten hat. Die Auskopplung ist ausreichend für einen Betrieb mit der PA-50 bis etwa 10 W Ausgangsleistung.

Die Beschreibung für einen geeigneten Koppler findet man im „Funkamateure“ Heft 7/2012 von DL4JAL. Im Netz sind noch viele weitere Beschreibungen zu finden. Der Koppler ist übrigens auch für anderweitige HF-Messungen gut geeignet. Er hat einen potentialfreien Ausgang und liefert bis etwa 150 MHz ein sehr lineares Ausgangssignal und ist bis zu einer Leistung von 2 KW geeignet. Ist jedoch eine „Große PA“ in Betrieb, so empfiehlt es sich einen kleinen zusätzlichen Dämpfungsregler vorzusehen. Das hat den Vorteil, dass der Feedback-Level je nach Ausgangsleistung und Band angepasst werden kann. Ich habe hierfür einen 20 dB Dämpfungsregler aus dem TV-Bereich gewählt. Diese Regler sind zwar für 75 Ω ausgelegt, was aber hier keine Rolle spielt. Der Frequenzbereich geht von 1 MHz bis in den GHz-Bereich, ist also gut geeignet. Solche Regler sind entweder beim Fernseh-Händler um die Ecke oder im Internet für ein paar Euro zu bekommen.

Ich habe den Regler aus dem Gehäuse ausgebaut und in die Frontplatte vom Transceiver eingeklebt. Leider haben diese Regler keine Befestigungen.

Beispiel eines - 40 dB Kopplers für eine PA mit hoher Leistung.



Der 75 Ω Regler zum Anpassen des Feedback-Level.



16. Schlussbemerkung

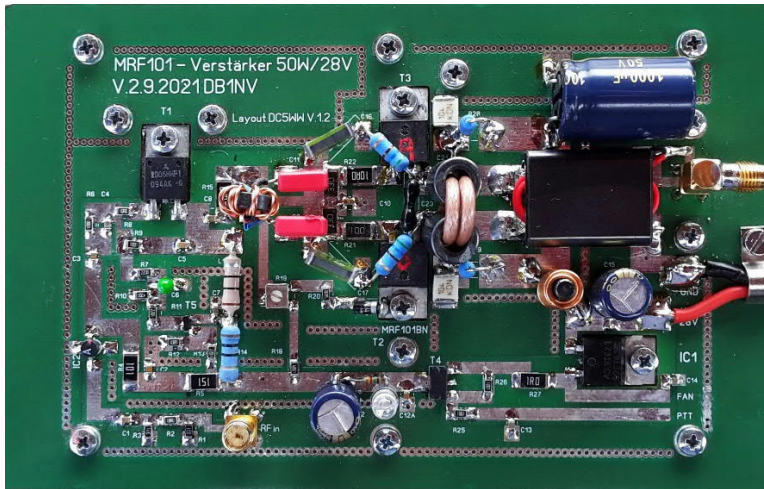
Die Internet-Links und die Material-Preise wurden sorgfältig recherchiert. Leider ändert sich in der heutigen Zeit alles sehr schnell, so kann es vorkommen das ein Link nicht mehr vorhanden ist oder geändert wurde. Auch die Schaltpläne wurden mit größter Sorgfalt erstellt, Fehler sind allerdings niemals auszuschließen. Ich übernehme daher keinerlei Verantwortung für Beschädigungen von elektronischen Komponenten. Denken Sie auch daran, dass die Software ständig erweitert und angepasst wird. Überprüfen Sie zu gegebener Zeit, ob Update zur Verfügung stehen, so sind Sie immer auf dem neuesten Stand.

Auf alle Fälle wünsche ich viel Freude mit dem Red Pitaya.

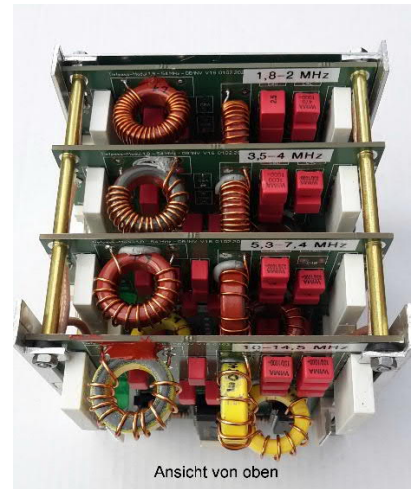
Seit 2019 habe ich jetzt meinen dritten Transceiver mit einem Red Pitaya aufgebaut. Hier wurde vor allem eine bessere Endstufe mit LD-MOS-Transistoren nach einem Bauvorschlag von Prof. Dr. Jochen Jirmann DB1NV aufgebaut. Diese PA hat einen IMD3 von besser -45 dBm. Der Frequenzgang ist sehr linear +/- 1dB. Bei einer Betriebsspannung von 30 V liefert die PA 70 Watt. Weiterhin wurden als Tiefpassfilter von DB1NV entwickelte einzelne Tiefpassfilter-Module verwendet, die locker 100 W Leistung verkraften. Für die Ansteuerung der Relais habe ich eine kleine Platine entwickelt mit der die Relais über BCD-Code direkt vom Red Pitaya angesteuert werden. Ein SWR-Meter mit Leistungsmessung wurde eingebaut. Für die Überwachung von Strom und Spannung der PA ist eine Messeinrichtung „PA-Control“ mit einem Arduino dazugekommen. Diese regelt zusätzlich, temperaturgesteuert, den Lüfter der PA. Sollten Sie Interesse an der PA bzw. dem Tiefpassfilter haben, so senden Sie mir bitte eine E-Mail. Ich habe noch einige Bauteile, wie Ringkerne etc. Auf Wunsch sind auch Platinen möglich.



Red Pitaya MKII



Endstufe nach DB1NV



Ansicht von oben

Tiefpassfilter nach DB1NV

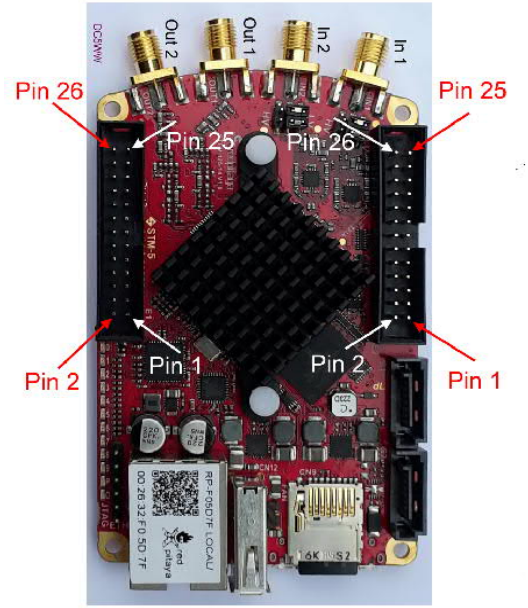
Mein aktueller Transceiver MK III



17. Schnittstellen und Schaltpläne

An dieser Stelle habe ich die Verbindungen des Red Pitaya und des Codec-Board detailliert beschrieben. Bei Verwendung meiner Adapterplatine, wie in Kapitel beschrieben, sind alle Verbindungen bereits hergestellt. Es gibt dabei keine Verdrahtungsfehler mehr. Man muss nur noch die externen Baugruppen mit dem Adapter verbinden. Eine wesentliche Vereinfachung beim Aufbau eines Transceivers.

Die Extension-Anschlüsse E1 und E2 des Red Pitaya

Extension Connector E1			Extension Connector E2	
GND Pin 26	GND Pin 25		GND Pin 26	GND Pin 25
NC Pin 24	NC Pin 23	Ext.ADC CLK- Pin 24	Ext.ADC CLK+ Pin 23	
NC Pin 22	NC Pin 21	GND Pin 22	GND Pin 21	
NC Pin 20	NC Pin 19	Analog Output 3 Pin 20	Analog Output 2 Pin 19	
DIO7_N Pin 18	DIO7_P Pin 17	Analog Output 1 Pin 18	Analog Output 0 Pin 17	
DIO6_N Pin 16	DIO6_P Pin 15	Analog Input 3 Pin 16	Analog Input 2 Pin 15	
DIO5_N Pin 14	DIO5_P Pin 13	Analog Input 1 Pin 14	Analog Input 0 Pin 13	
DIO4_N Pin 12	DIO4_P Pin 11	GND Pin 12	Ext-com.mode (GND) Pin 11	
DIO3_N Pin 10	DIO3_P Pin 9	I ² C SDA Pin 10	I ² C_SCL Pin 9	
DIO2_N Pin 8	DIO2_P Pin 7	UART_RX Pin 8	UART_TX Pin 7	
DIO1_N Pin 6	DIO1_P Pin 5	SPI_CS Pin 6	SPI_CLK Pin 5	
DIO0_N Pin 4	DIO0_P Pin 3	SPI_MISO Pin 4	SPI_MOSI Pin 3	
+3V3 Pin 2	+3V3 Pin 1	-3V3 Pin 2	+ 5V Pin 1	

E1 Pin 8 DIO2_N = CW Punkte

E1 Pin 6 DIO2_N = CW Striche

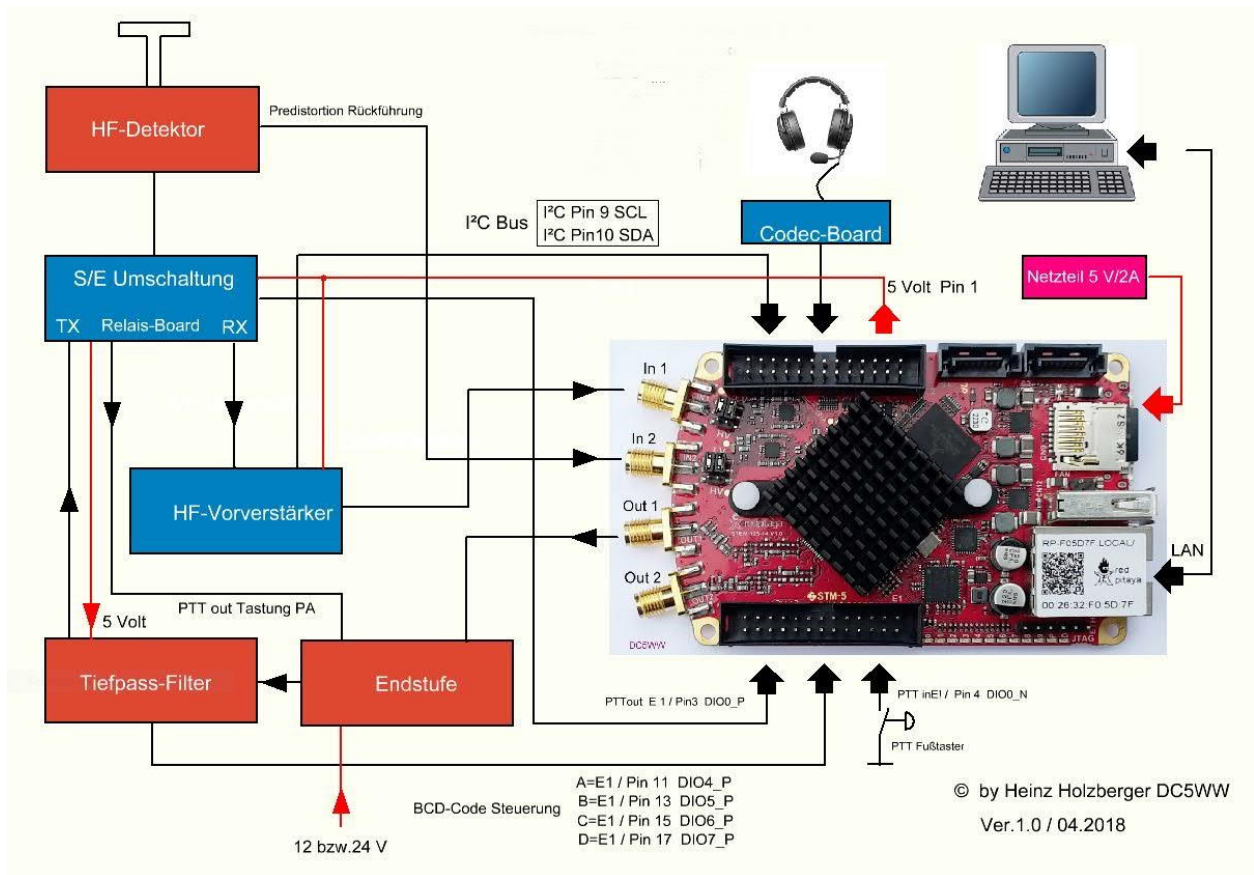
E1 Pin 9 DIO3_P = Att. -20dB

E1 Pin 7 DIO2_P = Att. -10 dB

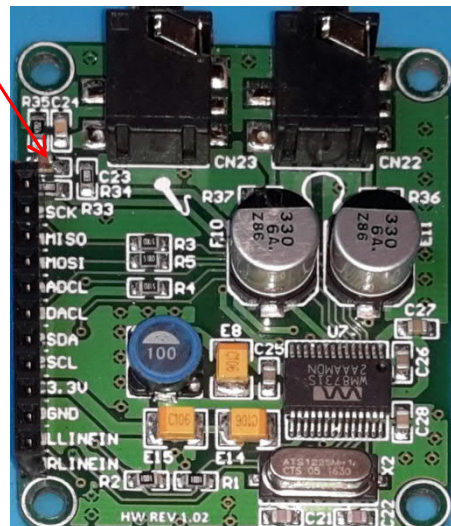
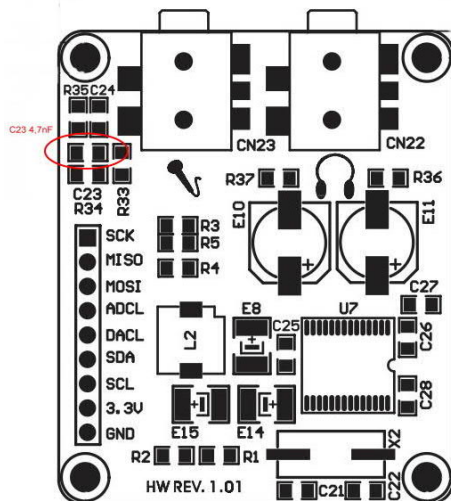
E1 Pin 5 DIO_P = Pre.Amplf.out

Blockschaltbild

Das Blockschaltbild für den Red Pitaya mit Codec-Board - Endstufe PA-50 – TP-Filter mit (Hermes) BCD Steuerung – HF-Vorverstärker – Relais-Board – HF-Detektor



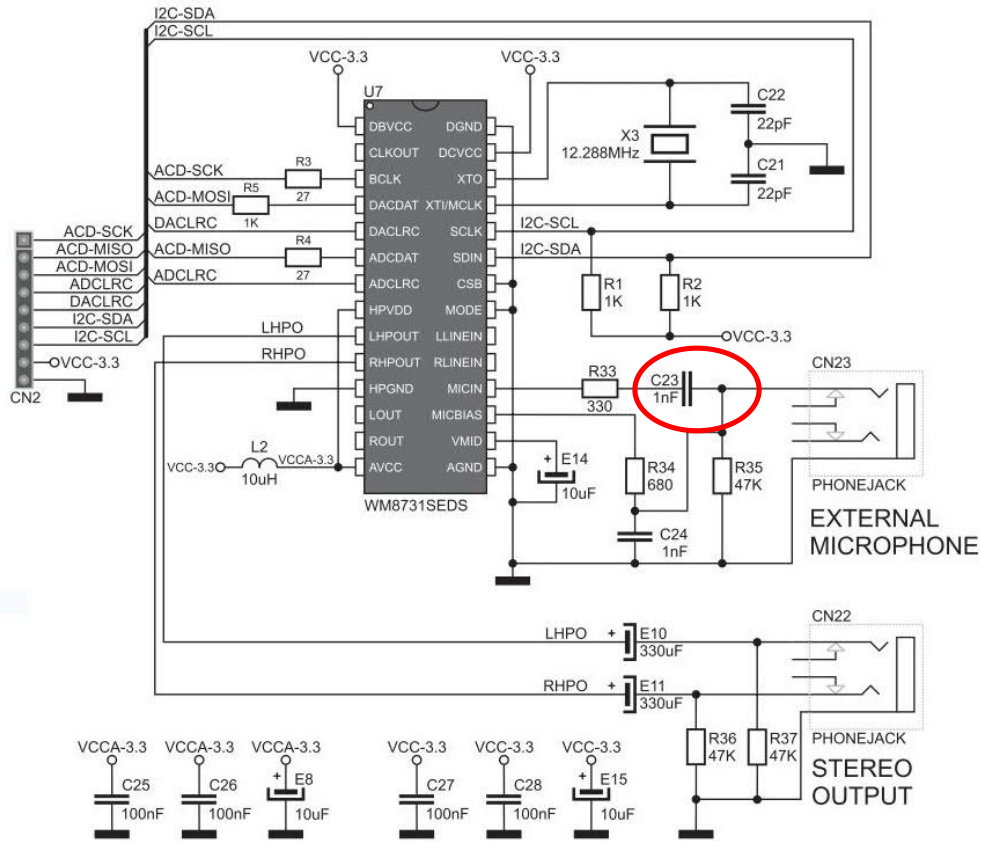
Layout Audio-Codec-Board



Die aktuelle Layout-Version Rev. 1.02 besitzt zusätzlich 2 Audio-Line-Eingänge (ALLINEIN ARLINEIN) diese werden hier nicht genutzt.

Schaltplan Codec-Board

Nicht vergessen! Ein C von 4,7 nF parallel über C 23 löten!



Zur besseren Übersicht hier nochmals die Verbindungen vom Audio-Codec-Board zu den Connector-Anschlüssen E 1 und E 2 des Red Pitaya.

Codec-Board	Extern E1	Extern E2	Funktion
ACD-SCK	DIO4_N PIN 12		Digital Audio Bit Clock
ACD-MISO	DIO5_N PIN 14		ADC Digital Audio Data Output
ACD-MOSI	DIO6_N PIN 16		DAC Digital Audio Data Input
ADCLRC	DIO7_N PIN 18		
DACLRRC			
I ² C_SDA		I ² C_SDA PIN 10	I ² C Bus SDA
I ² C_SCL		I ² C_SCL PIN 9	I ² C Bus SCL
3V3	+3V3 PIN 2		+3,3 V Betriebsspannung
GND	GND PIN 25		Ground
ALLINEIN	nc	nc	Audio-Line-Eingang Links
ARLINEIN	nc	nc	Audio-Line-Eingang Rechts

Wenn alle Komponenten richtig miteinander verschaltet ist, kann ein erster Test erfolgen. Die Software-Voreinstellungen sind in der Regel für erste Versuche gut zu gebrauchen. Wichtig sind danach die Einstellungen für die Modulation. Hier muss man ausprobieren wie hoch der Modulationspegel sein soll und mit dem Equalizer kann man die Höhen und Tiefen für das jeweilige Mikrofon sehr gut anpassen.

Bevor man auf dem Band testet, sollte man sich mit einem zweiten Empfänger erst einmal selbst abhören, was wegen der Verzögerungen der Stimme etwas gewöhnungsbedürftig ist. Für das Feintuning ist dann ein geeigneter QSO-Partner, der einen gut und lautstark empfängt, sehr hilfreich. Falls dieser dazu noch über einen SDR-Empfänger verfügt, wäre das der Idealfall zur Beurteilung der Signalqualität.

18. Download Software und weitere Infos

openHPSDR-PowerSDR - Software für den PC

<https://github.com/TAPR/OpenHPSDR-PowerSDR/releases>

Weiterführende Links mit vielen zusätzlichen Informationen:

www.redpitaya.com

<https://indibit.de/red-pitaya-erste-gehversuche/>

<https://pavel-demin.github.io/red-pitaya-notes/>

<http://redpitaya.readthedocs.io/en/latest/quickStart/SDcard/SDcard.html>

<https://saure.org/cq-nrw/> (vormals CQ-NRW Viele hilfreiche Links und Infos.)

<https://forum.redpitaya.com>

<http://blog.redpitaya.com/red-pitaya-as-sdr-transceiver/>

<http://pavel-demin.github.io/red-pitaya-notes/sdr-transceiver-hpsdr/>

https://www.youtube.com/watch?v=TQyVLH_KLkY

<https://dc5ww.de>

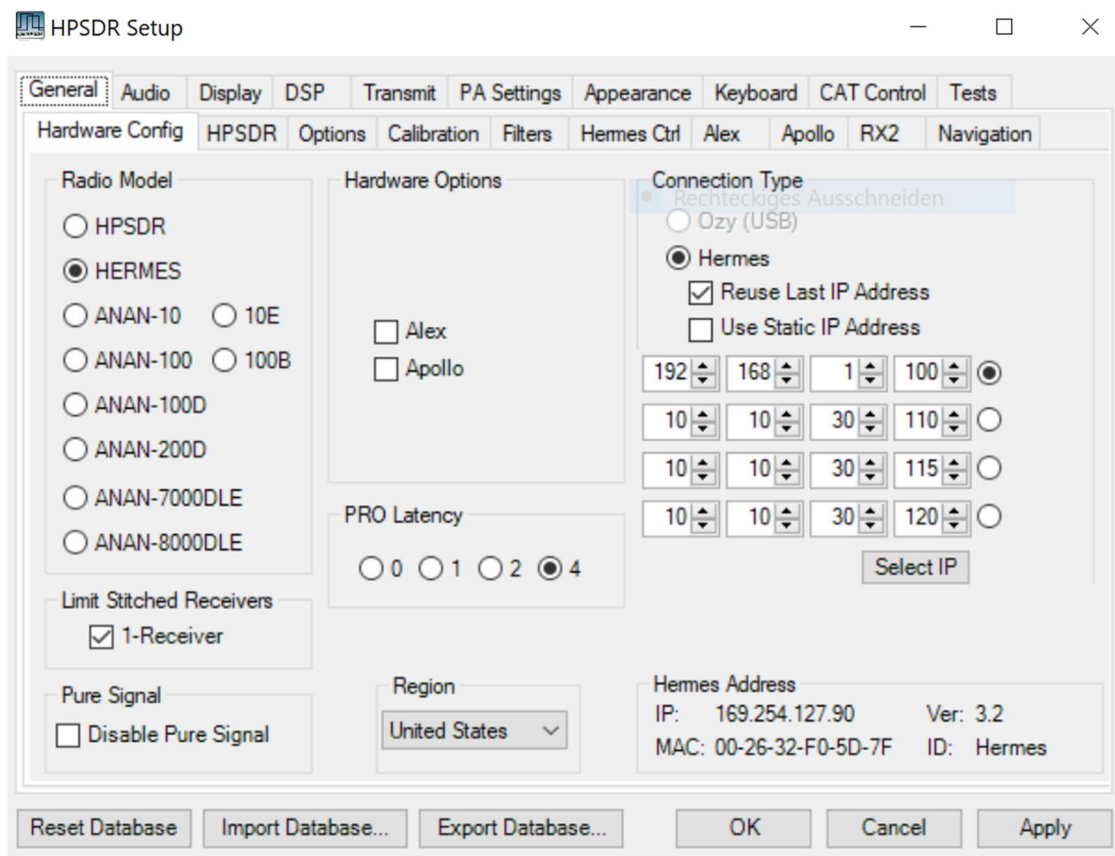
19. Fenster-Einstellungen HPSDR Software

Die openHPSDR Software ist nach der Installation bereits weitgehend konfiguriert.

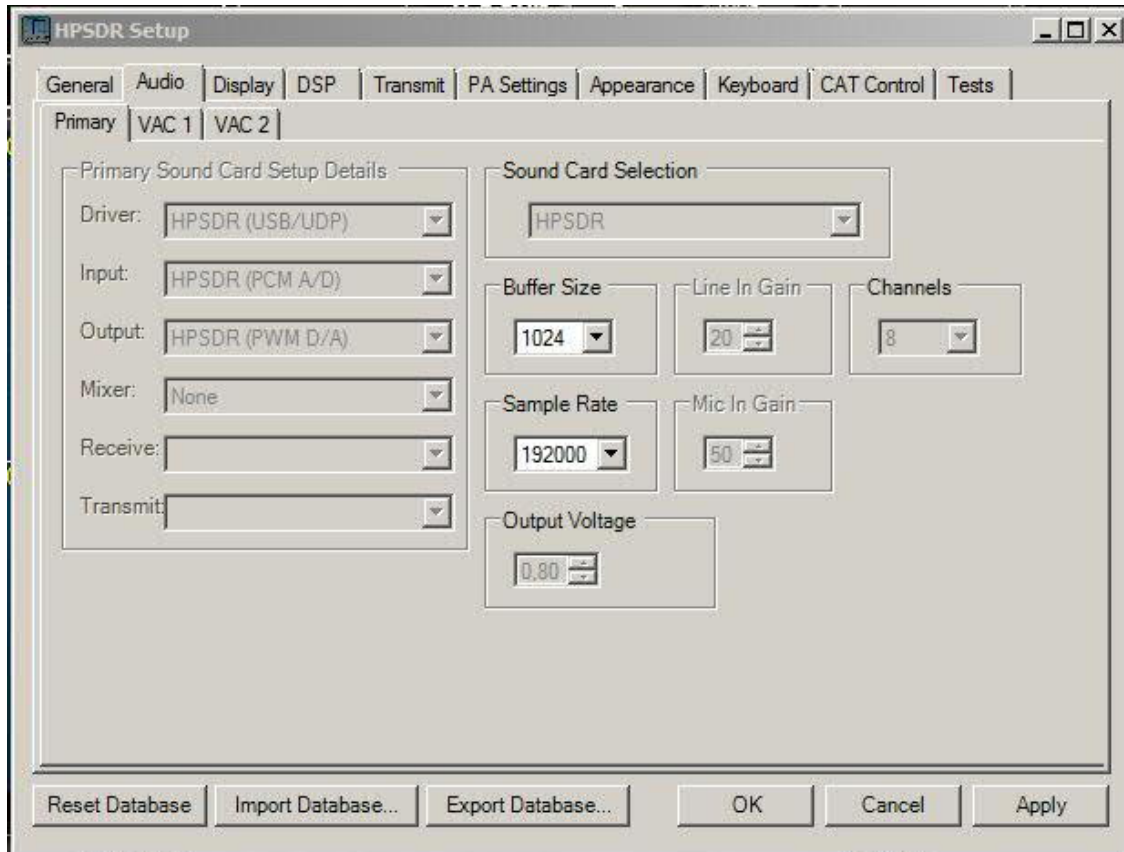
Es sind nur einige wenige Einstellungen individuell anzupassen. Rufen Sie daher die jeweiligen Fenster unter „Setup“ auf und vergleichen Sie die Einstellungen. Meist muss nur ein Haken gesetzt werden, manchmal ist auch ein Wert zu ändern. Prüfen sie alles genau, dann dürfte die Software funktionieren. Die nachfolgend aufgeführten Einstellungen ist meine persönliche Konfiguration. Sie sollten für einen ersten Test funktionieren. Je nach verwendeten PC kann es allerdings zu unterschiedlichen Werten kommen. Viele Werte können später individuell oder experimentell angepasst werden. Eine ausführliche Beschreibung würde ein ganzes Buch füllen. Denken Sie auch daran, dass durch Softwareänderungen immer wieder kleine Anpassungen vorgenommen werden müssen.

Einige der Einstellungen müssen pro Band u.U. individuell angepasst werden!

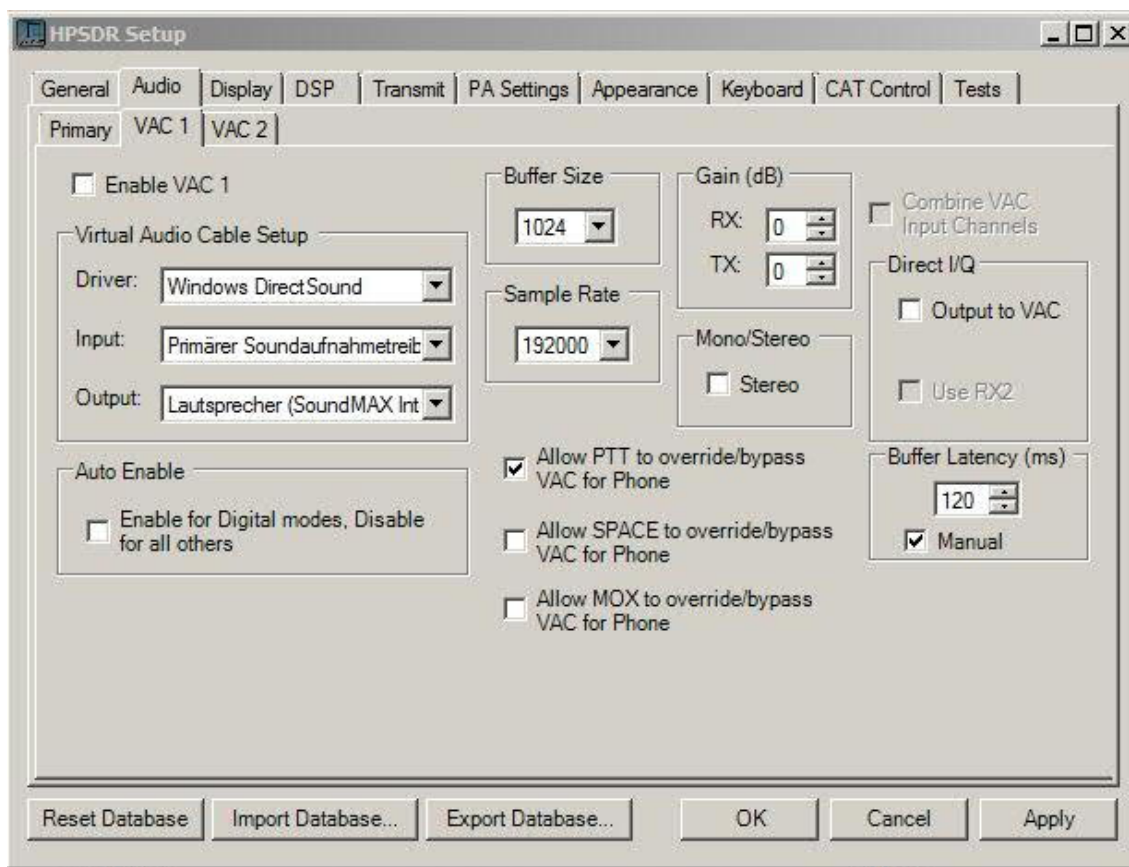
General Hardware Config.



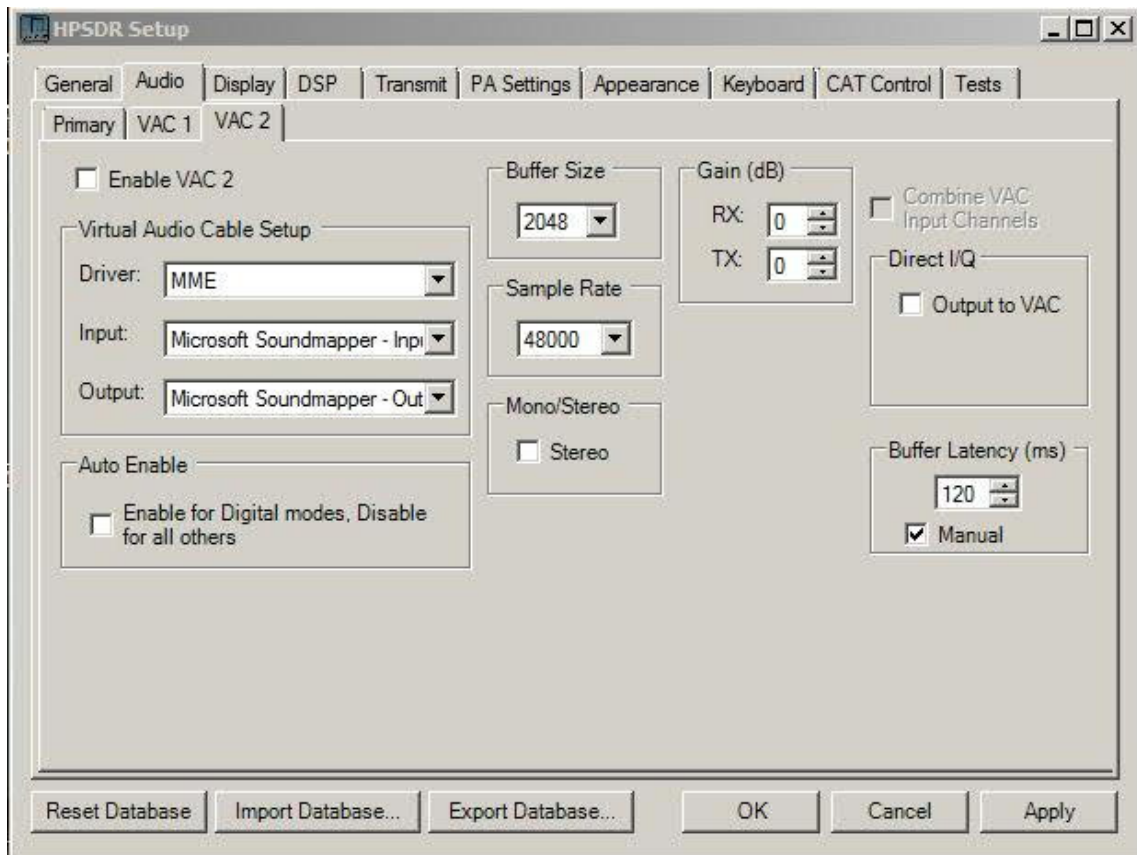
Audio Primary



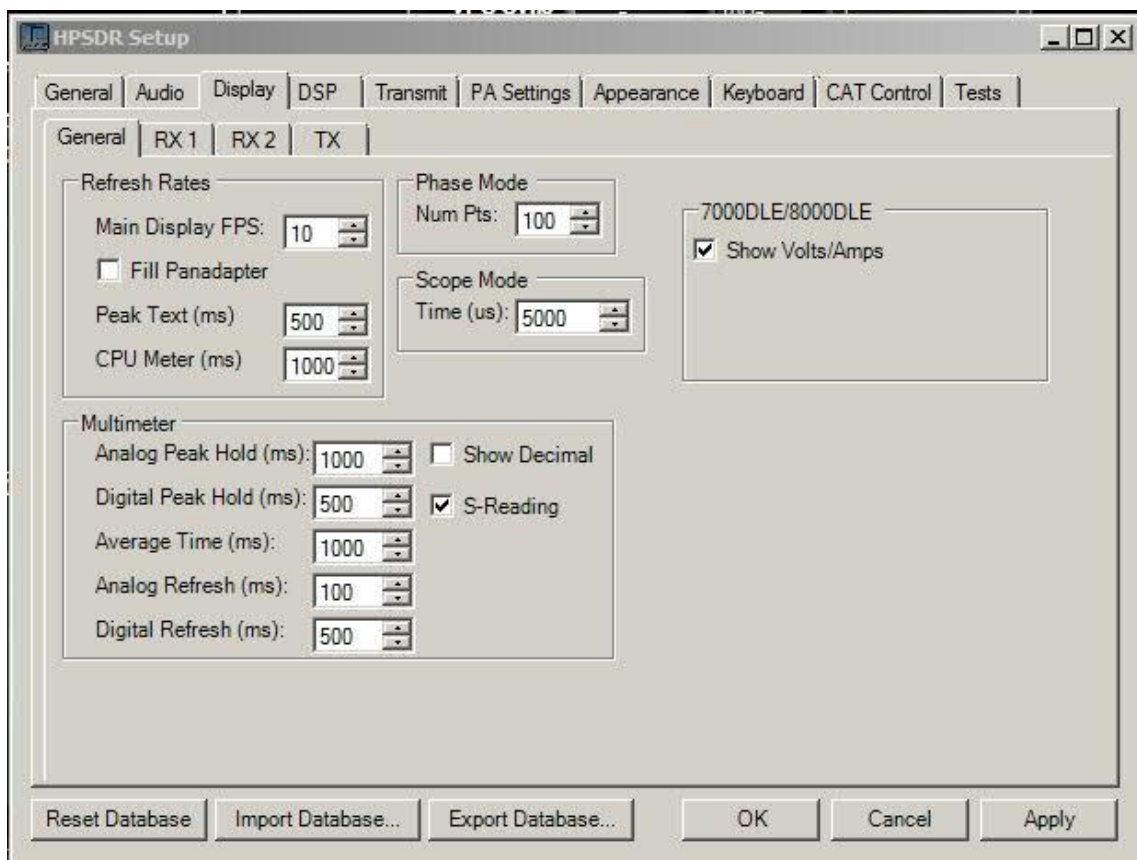
Audio VAC 1



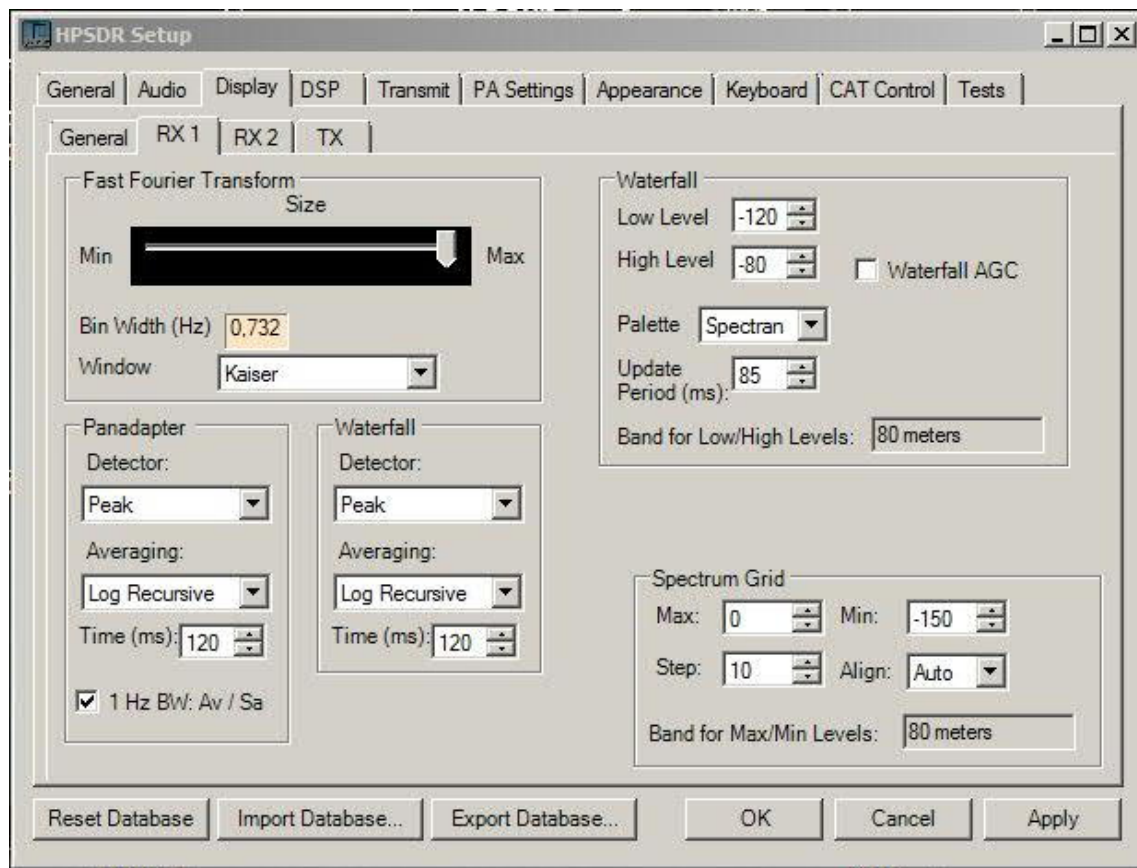
Audio VAC 2



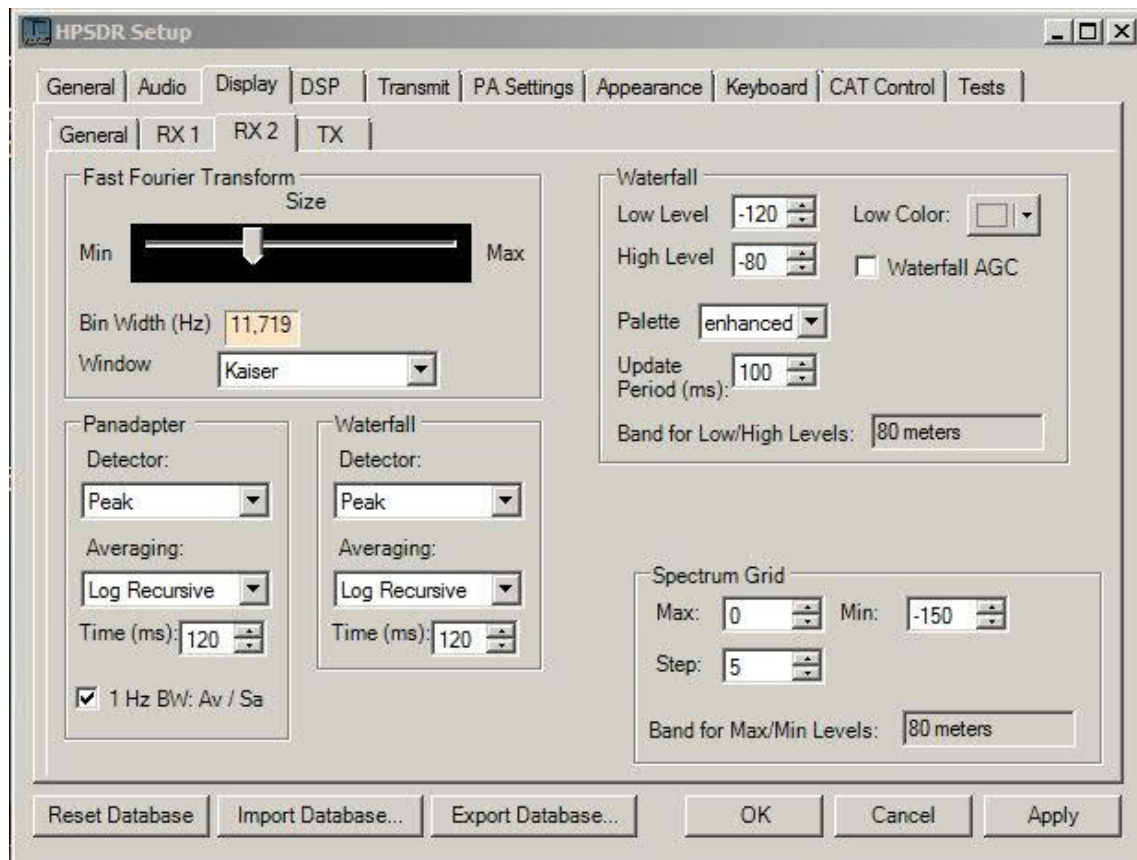
Display General:



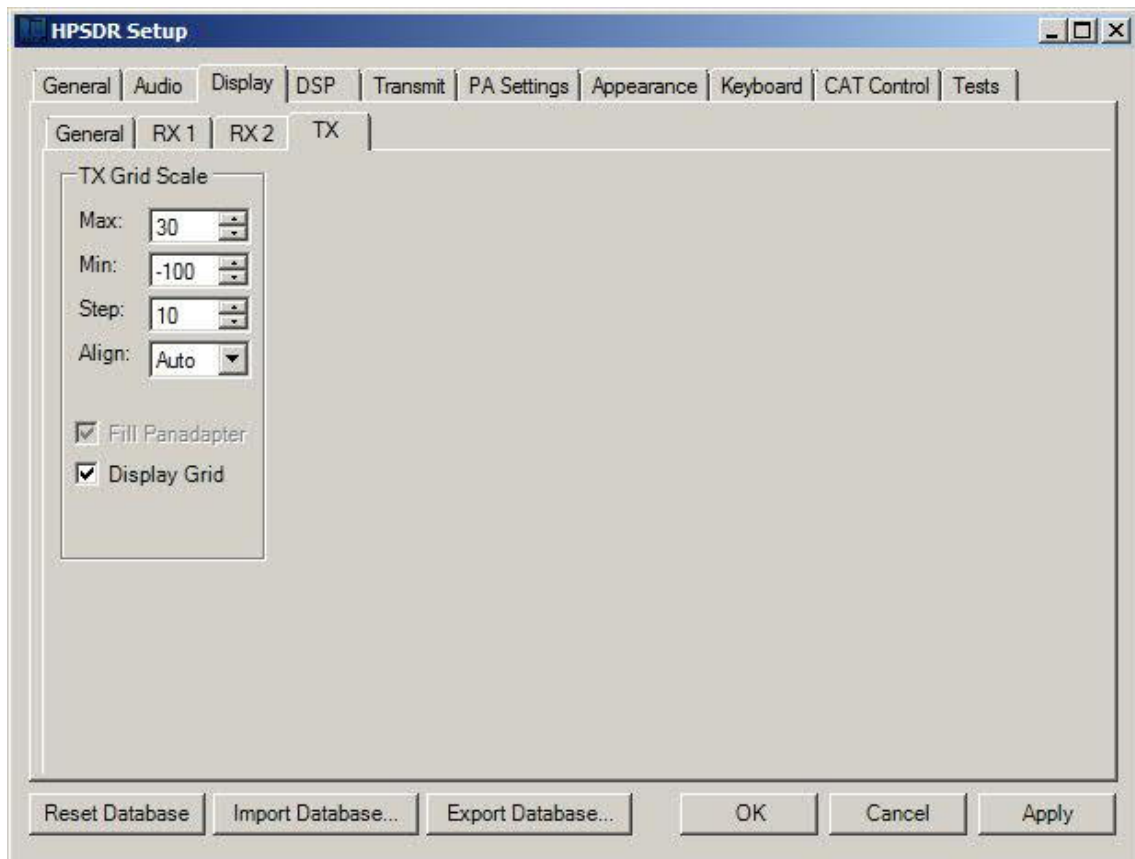
Display RX1



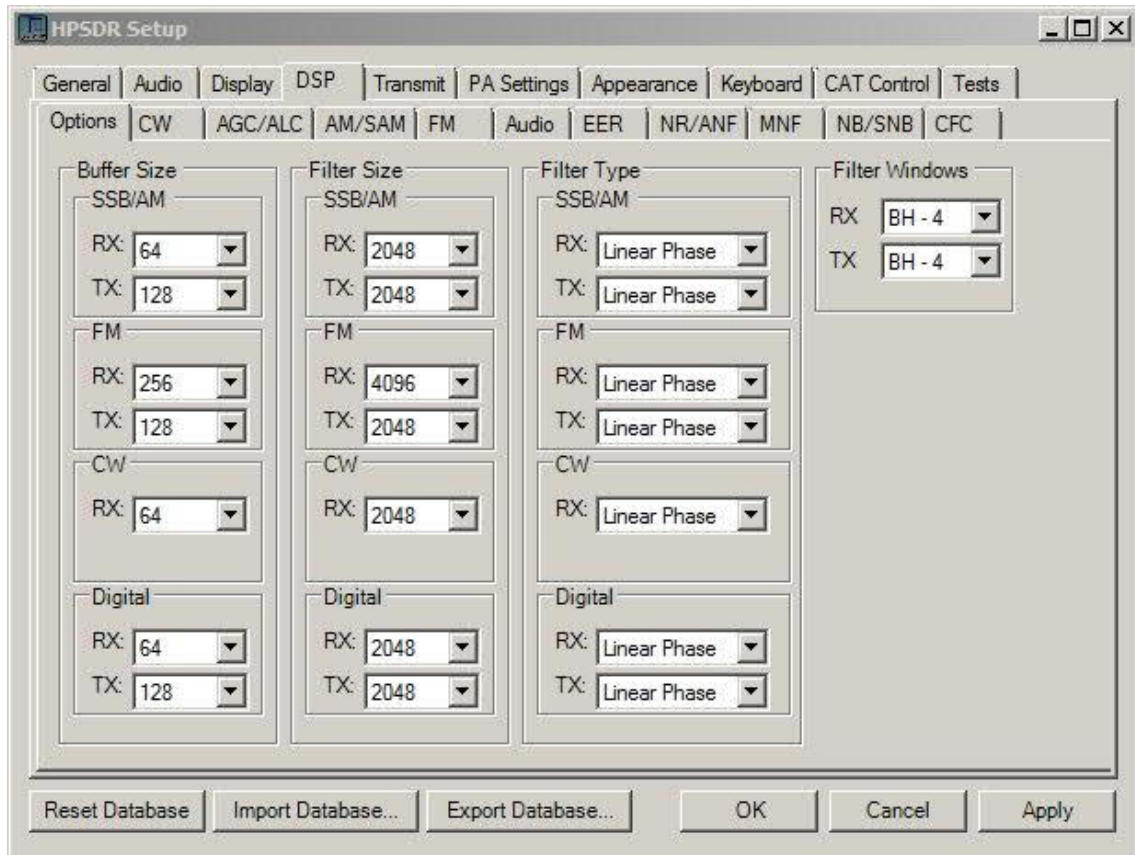
Display RX2



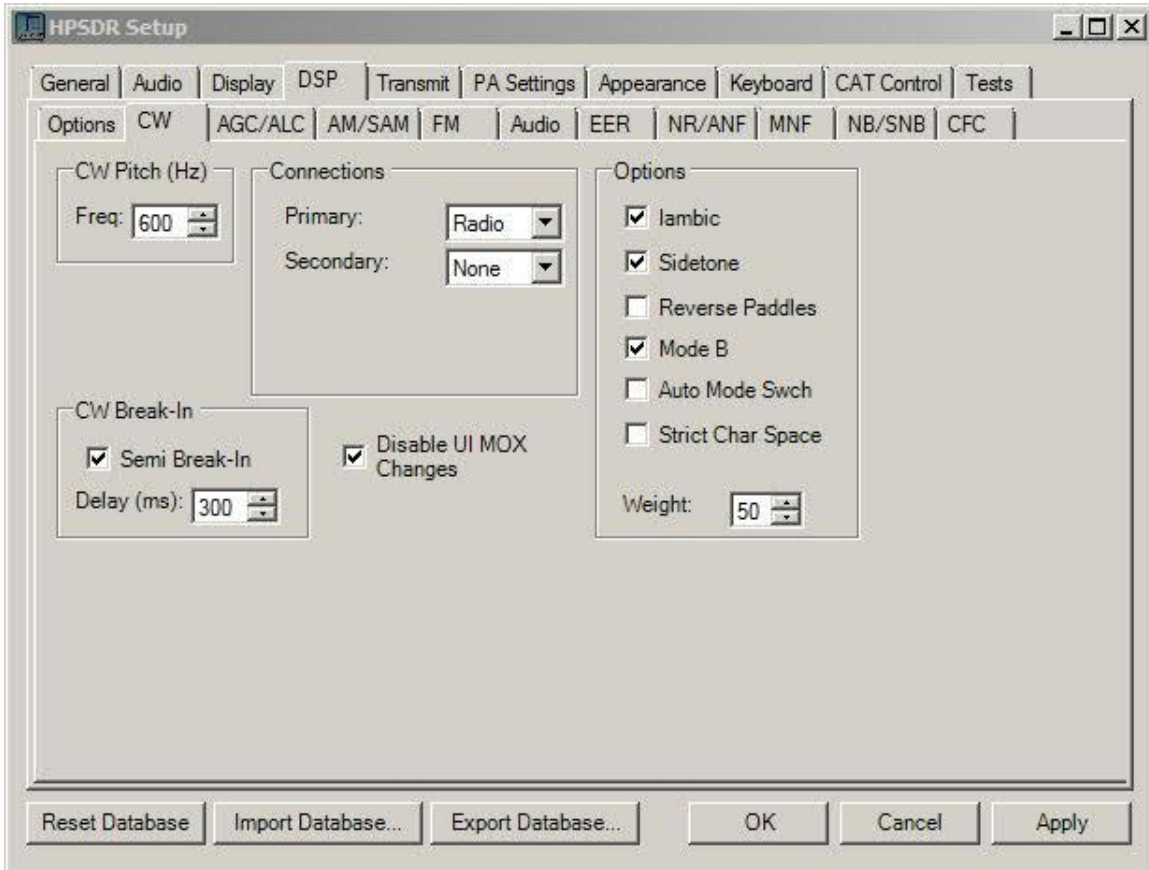
Display TX



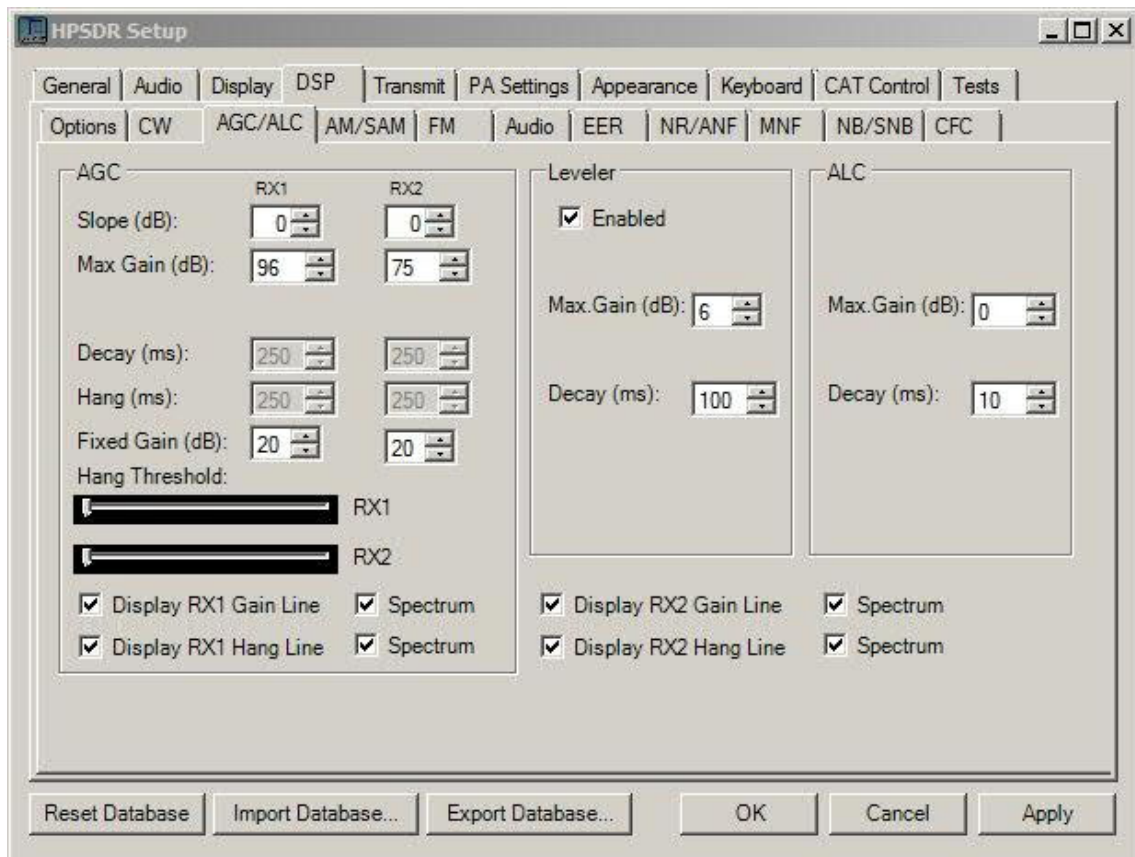
DSP Options



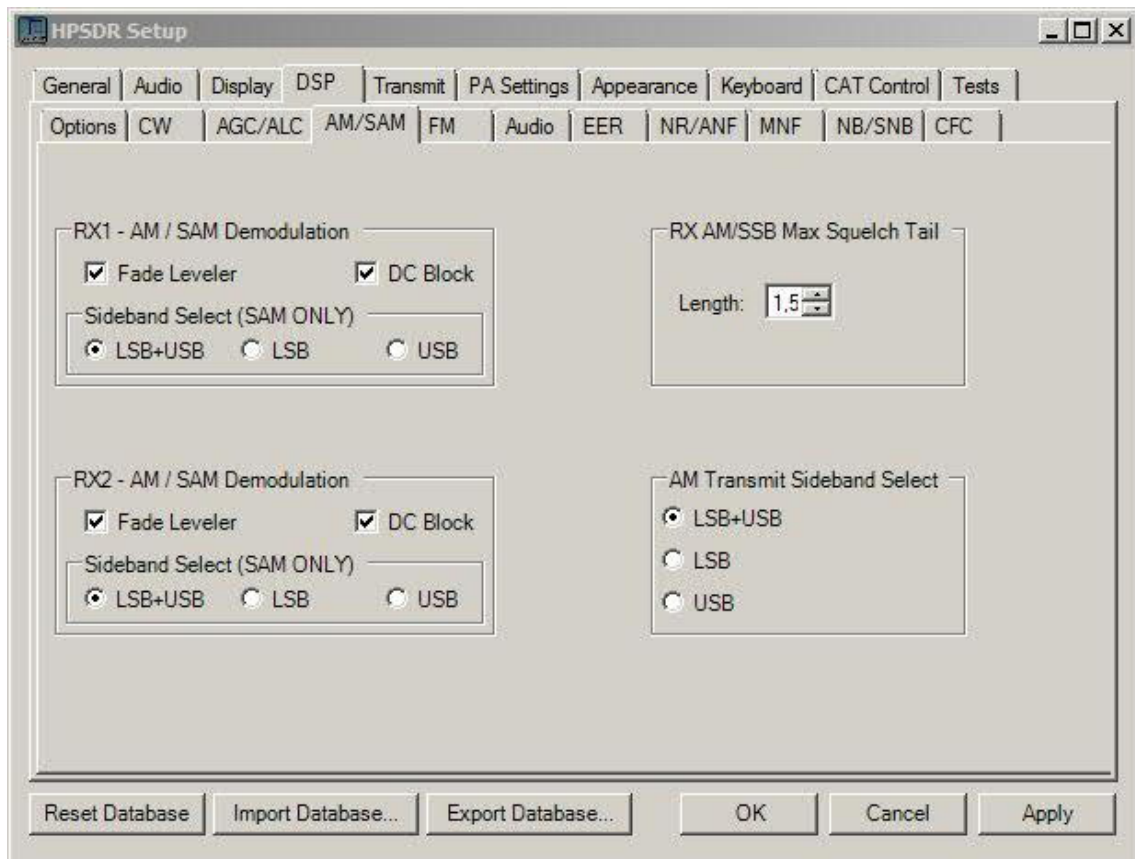
DSP CW



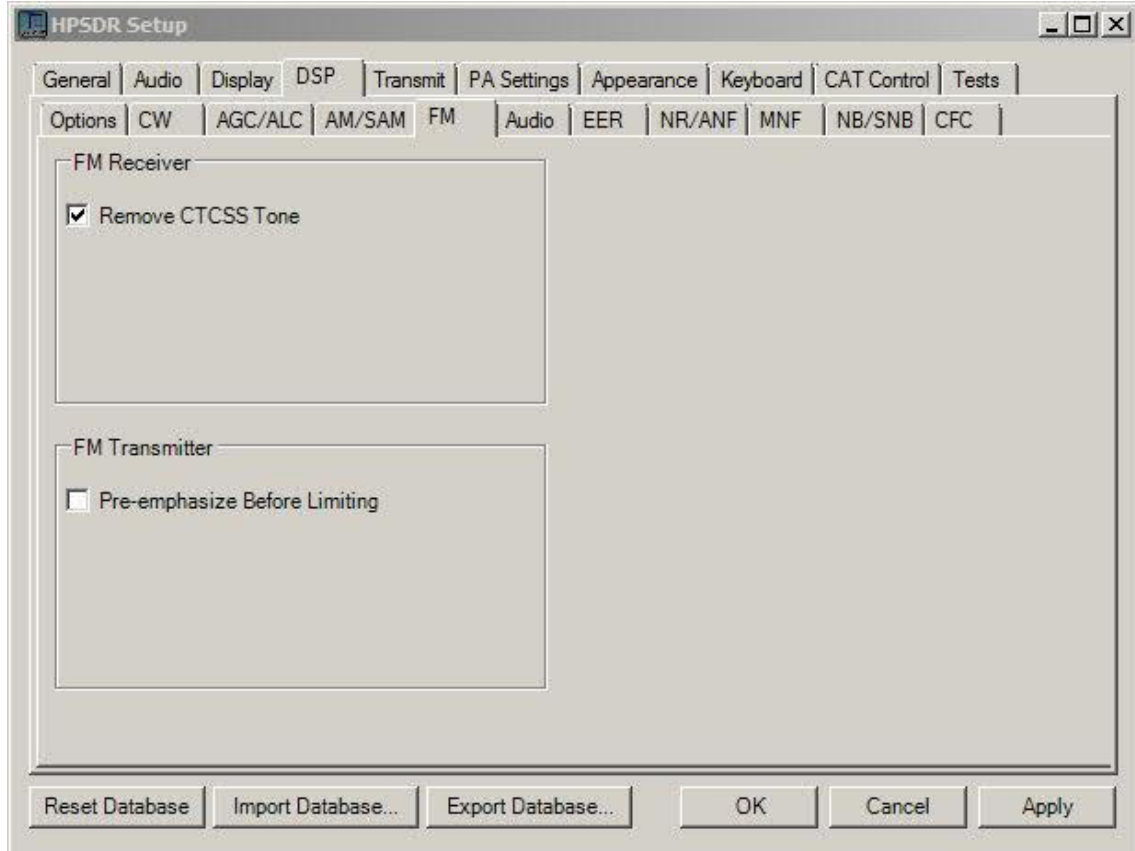
DSP AGC/ALC



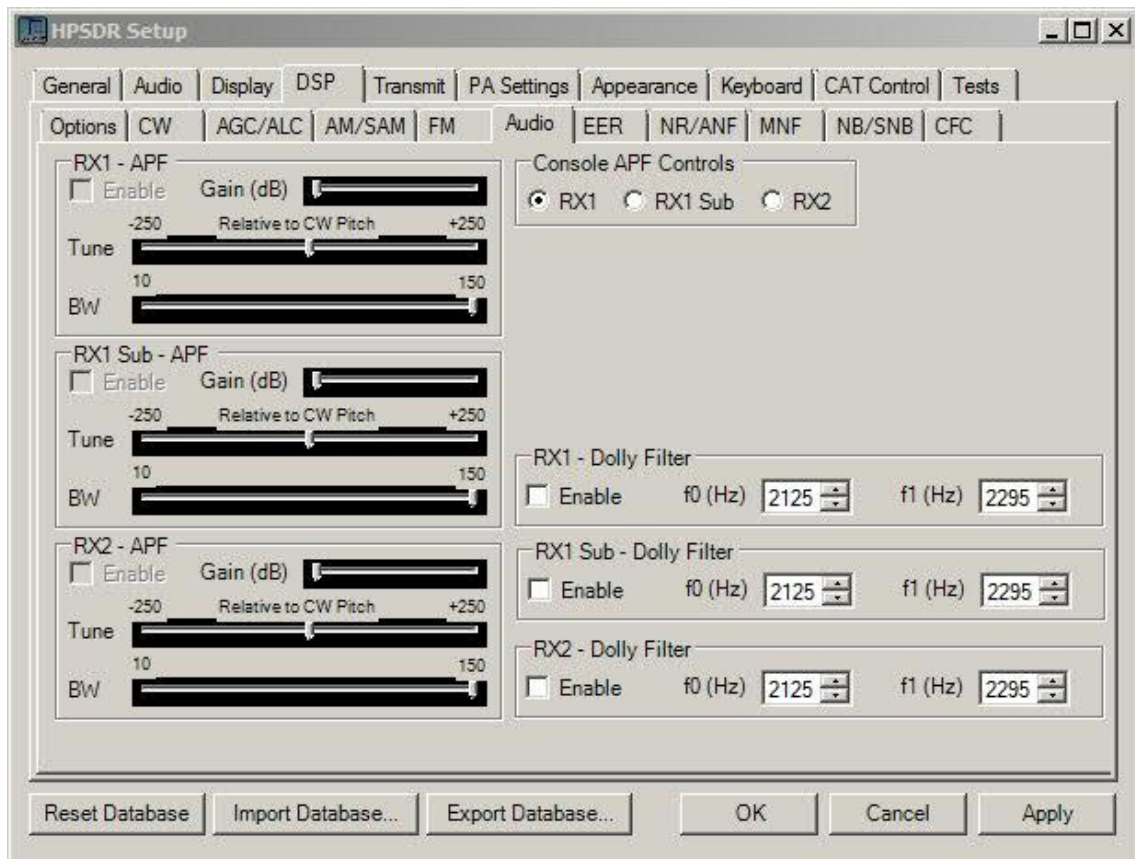
DSP AM/SSB



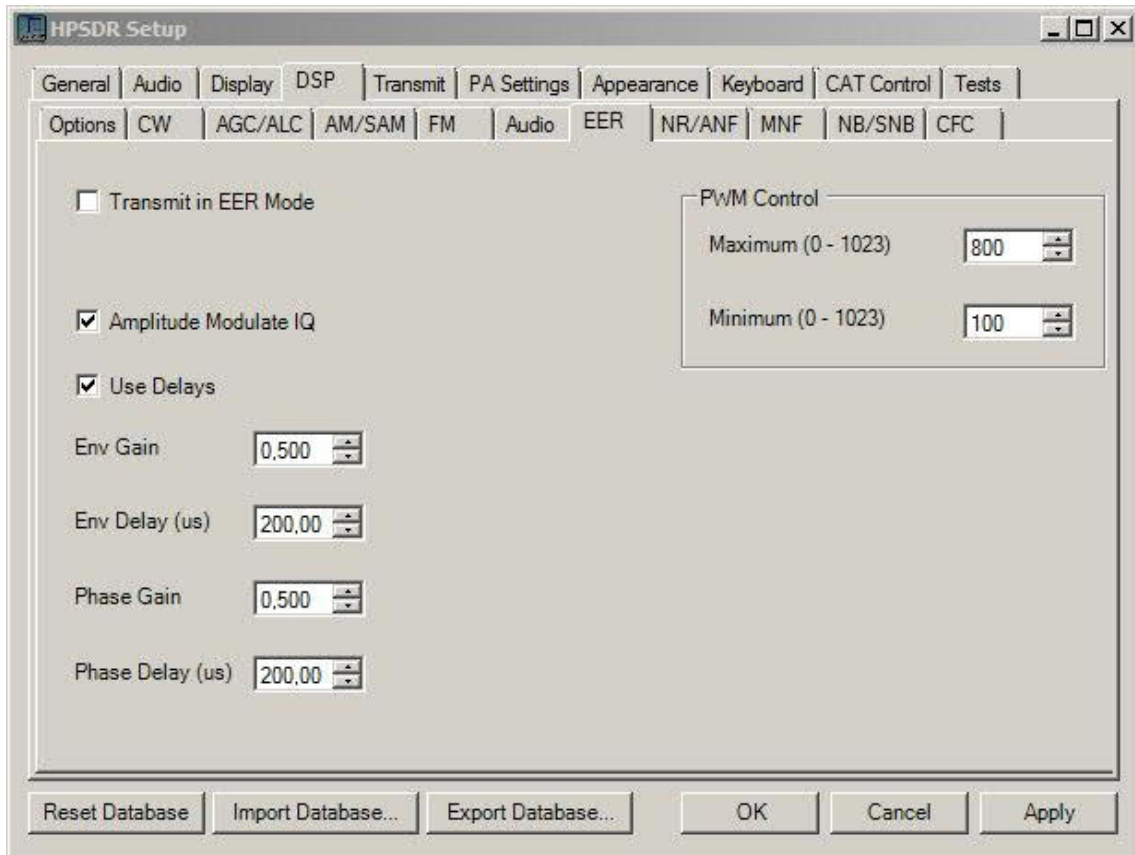
DSP FM



DSP Audio



DSP ERR



DSP NR/ANF

The screenshot shows the HPSDR Setup dialog box with the DSP tab selected. The NR/ANF sub-tab is active, displaying settings for NR, ANF, NR2, and NR2 RX2. The settings are as follows:

Parameter	NR	ANF	NR2	NR2 RX2
Taps	64	64	-	-
Delay	16	16	-	-
Gain	100	100	-	-
Leak	100	100	-	-
Position	Pre-AGC	Pre-AGC	Gamma	Gamma
Gain Method	-	-	Gamma	Gamma
NPE Method	-	-	OSMS	OSMS
AE Filter	-	-	Checked	Checked

Buttons at the bottom: Reset Database, Import Database..., Export Database..., OK, Cancel, Apply.

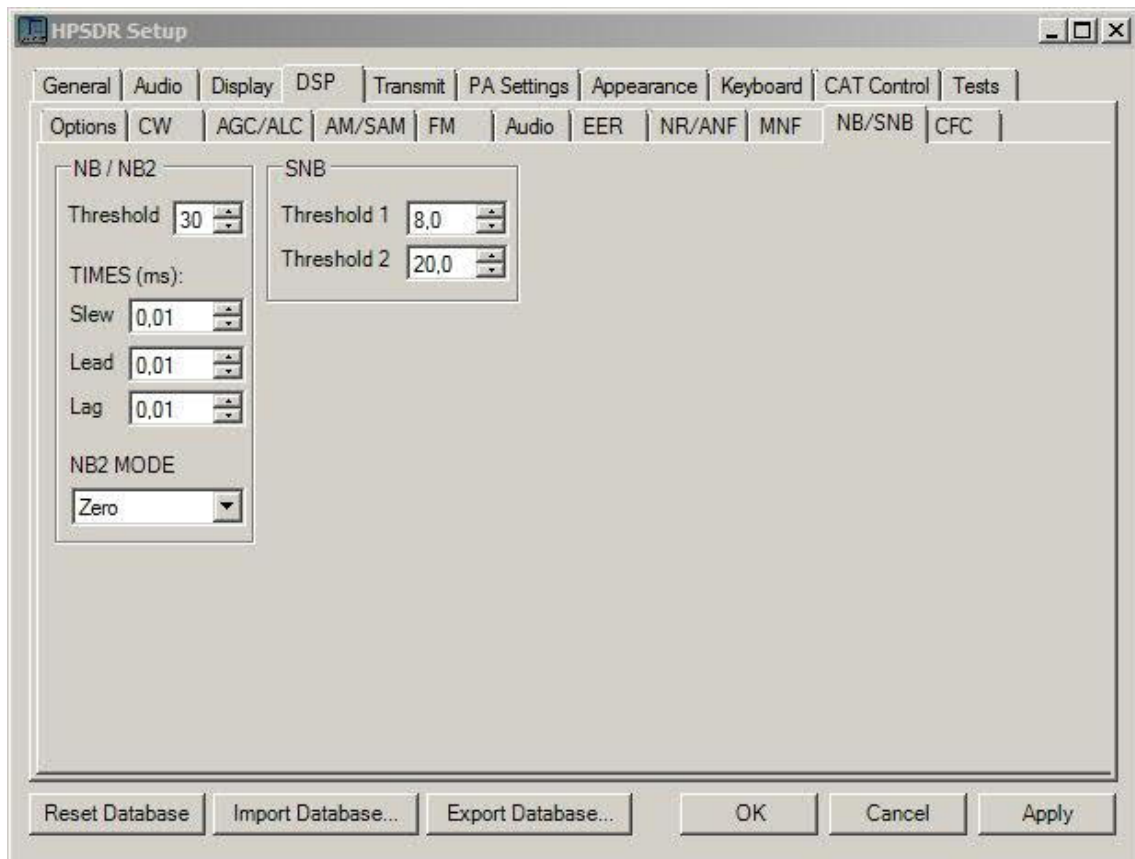
DSP MNF

The screenshot shows the HPSDR Setup dialog box with the DSP tab selected. The MNF sub-tab is active, displaying the Multi Notch Filter settings. The settings are as follows:

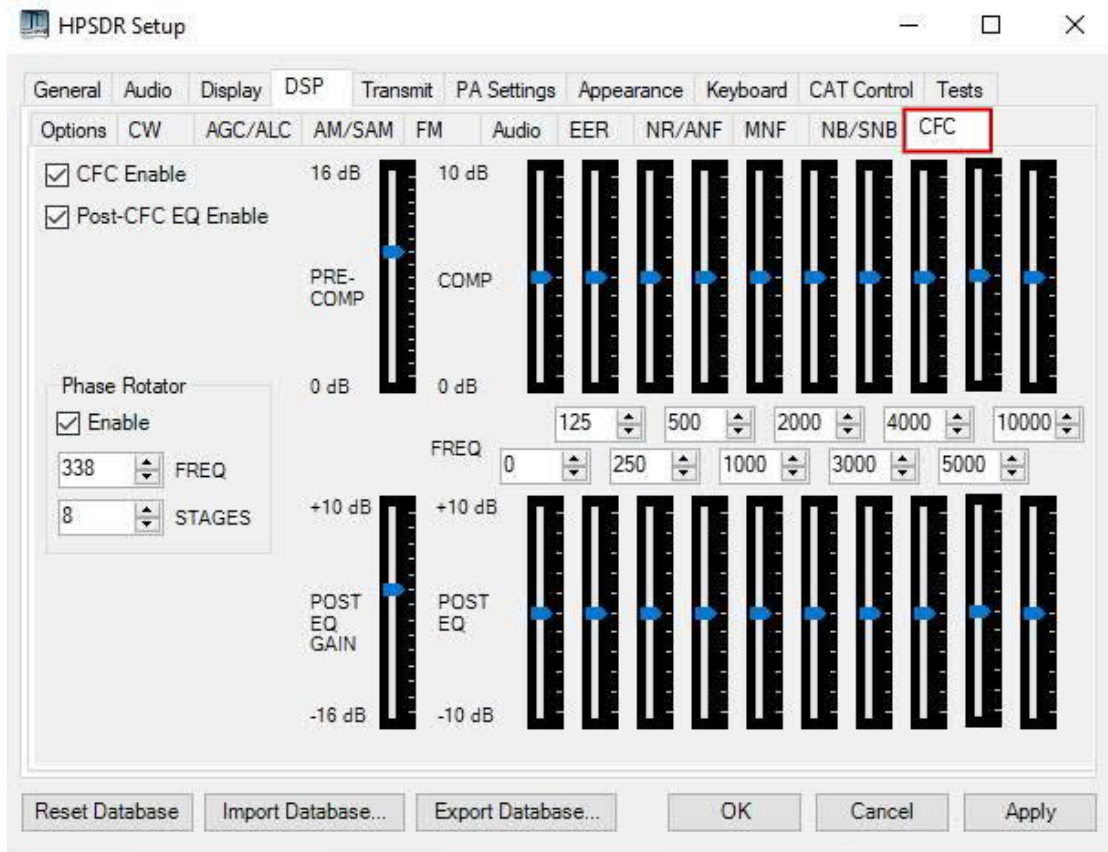
Parameter	Value
Notch #	0
Center Frequency (Mhz)	0.000000
Width (Hz)	0
Active	Checked

Buttons at the bottom: Reset Database, Import Database..., Export Database..., OK, Cancel, Apply.

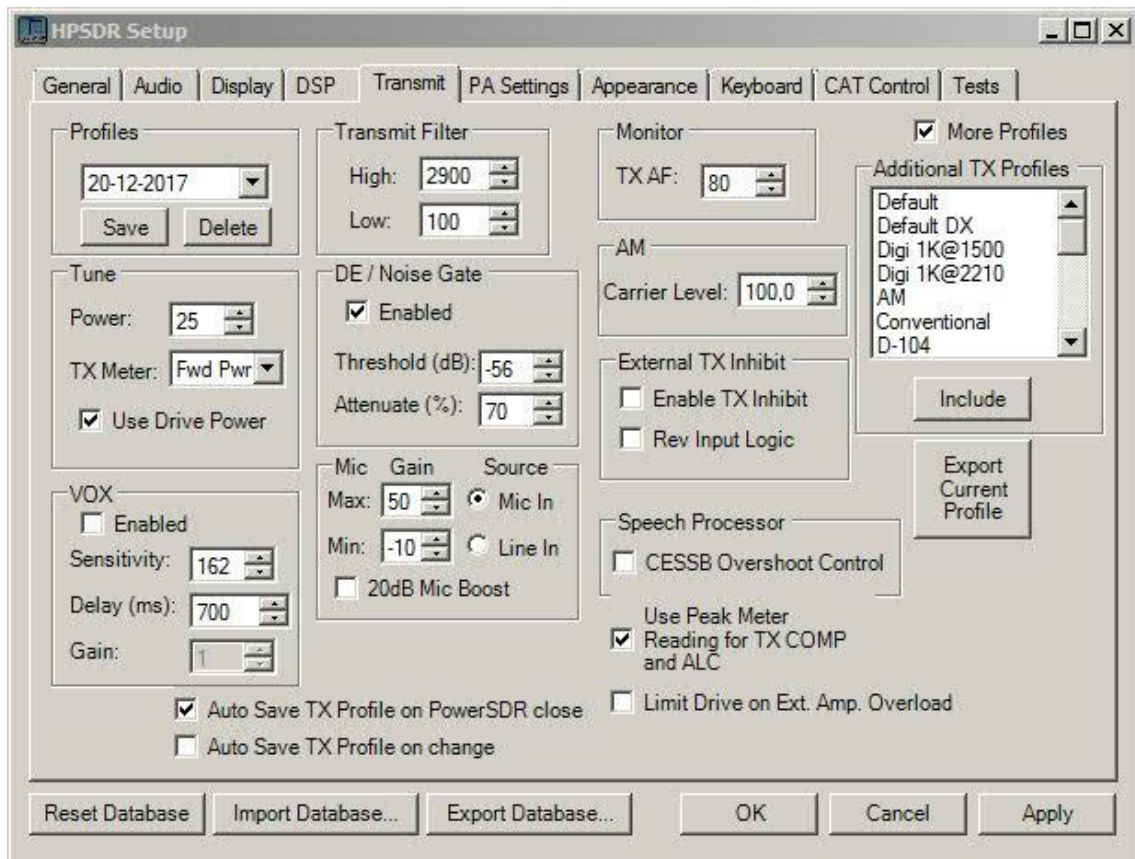
DSB NB/SNB



DSB CFC



Transmit

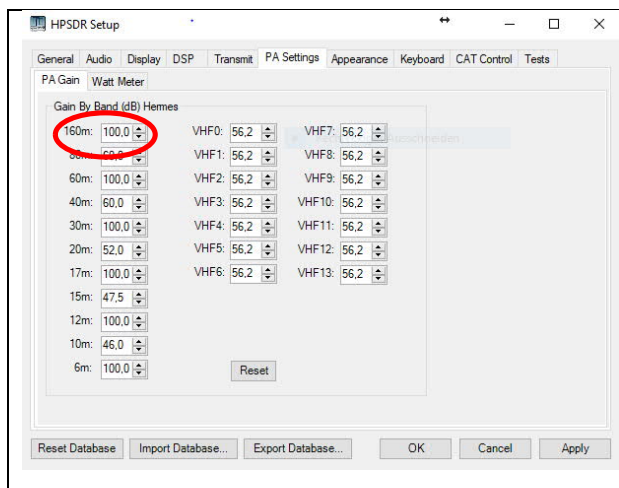


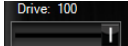
TX-Leistungseinstellungen in der HPSDR Software.

Die Leistungseinstellungen sind auf Anhieb nicht so richtig zu durchschauen.

Die nachfolgende Beschreibung, ist die von mir erprobte Vorgehensweise.

Alle Einstellungen müssen für jedes Band separat abgespeichert werden!

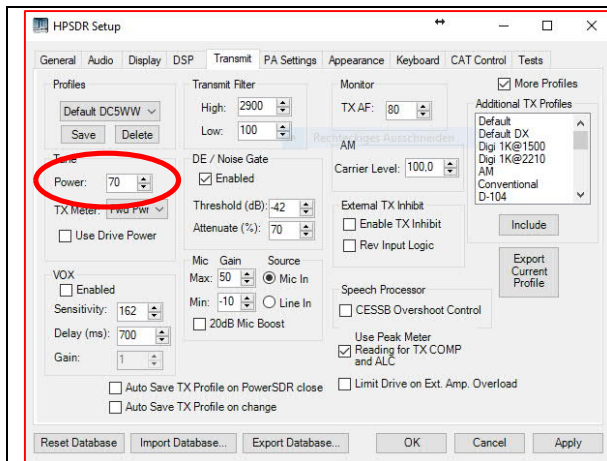


Als Erstes ist der  Schieberegler auf der Bedienoberfläche auf 100% zu stellen.

In den Powersettings wird nun die Ausgangsleistung eingestellt.

Für das 80m Band sind bei mir 60 dB eingestellt, das ergibt eine Ausgangsleistung von etwa 18 Watt. Für höhere oder niedrigere Leistung, muss der dB-Wert entsprechend eingestellt werden.

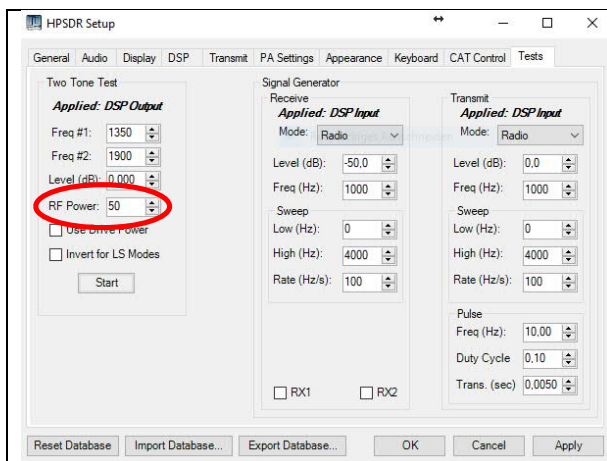
Einstellung für den Button.



Hier wird nur die Leistung eingestellt, die zum Abstimmen mit einem Tuner oder für das Abstimmen der PA benötigt wird. Das hat nichts mit dem normalen SSB Betrieb zu tun.

Im „Setup“ das Fenster „Transmit“ öffnen. Mit dem Regler die Leistung einstellen, die zum Tunen benötigt wird. In der Regel sind das etwa 10 Watt. Im Feld „Use Drive Power“ keinen Haken setzen!

Für den Zweitongenerator sind die folgenden Einstellungen durchzuführen.



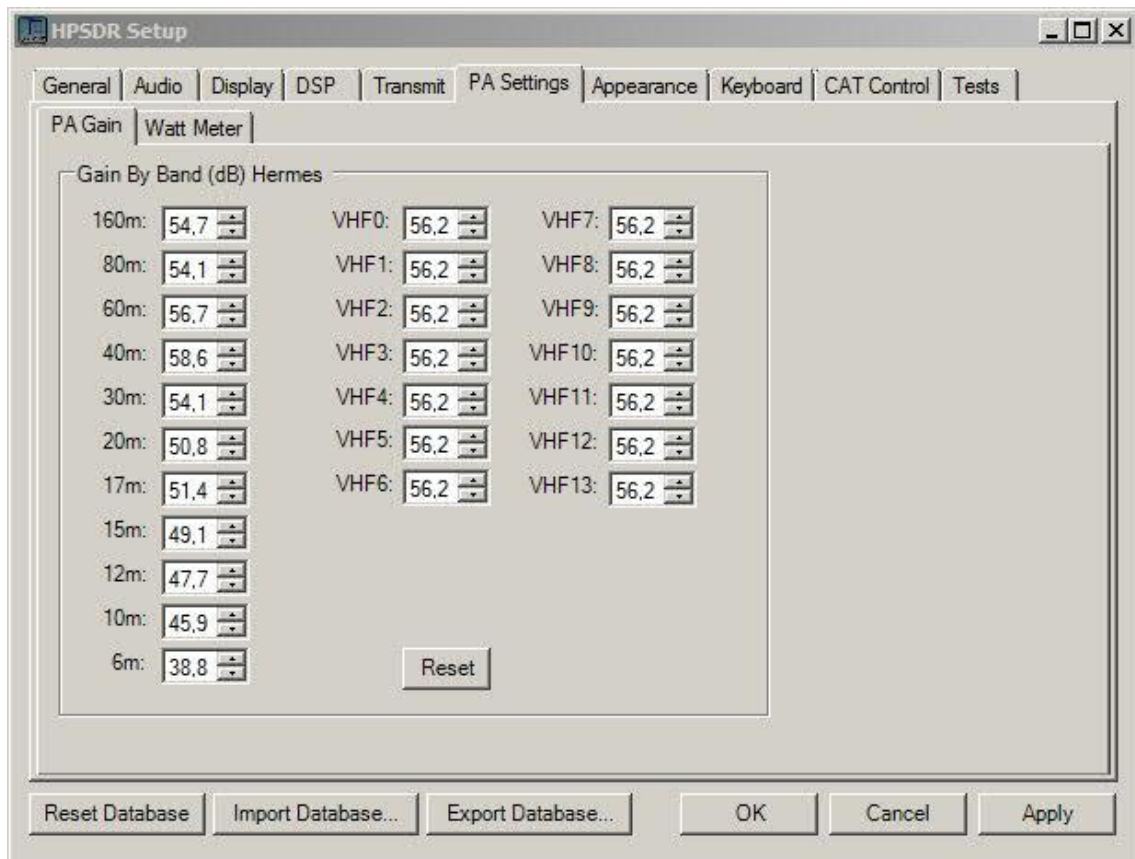
Im Setup die Seite „Tests“ öffnen. Hier wird die Leistung für das Zweitonsignal eingestellt.

Im Feld „RF Power“ sind bei mir 50 eingestellt. Das ergibt etwa 5 Watt. Auch hier darf im Feld „Use Drive Power“ kein Haken gesetzt sein.

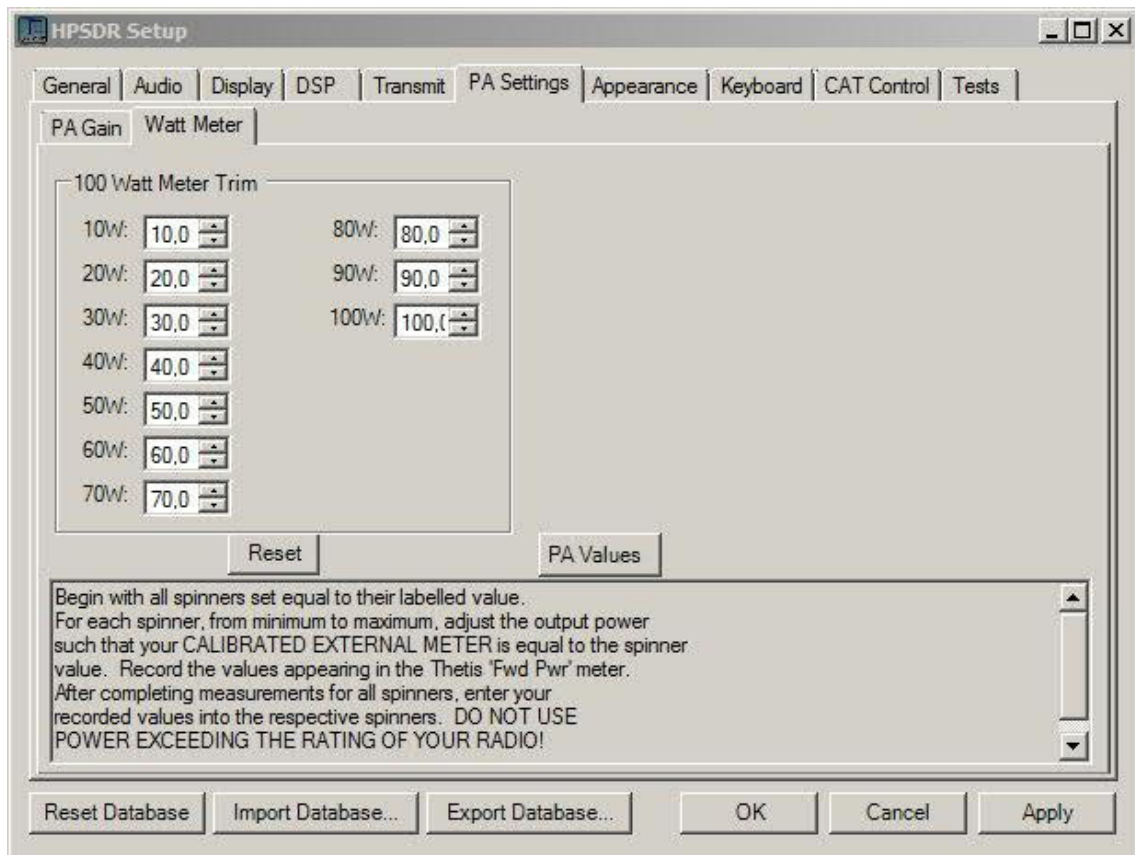
In den Feldern Freq#1 und Freq#2 kann die Frequenz der Einzeltöne eingestellt werden. Es dürfen keine harmonischen Frequenzen wie z.B. 800 und 1600 Hz eingestellt werden

Die Einstellungen können von Fall zu Fall abweichen, das hängt u. A. auch von den verwendeten Messeinrichtungen ab. Obige Werte sollen daher nur als Anregung dienen.

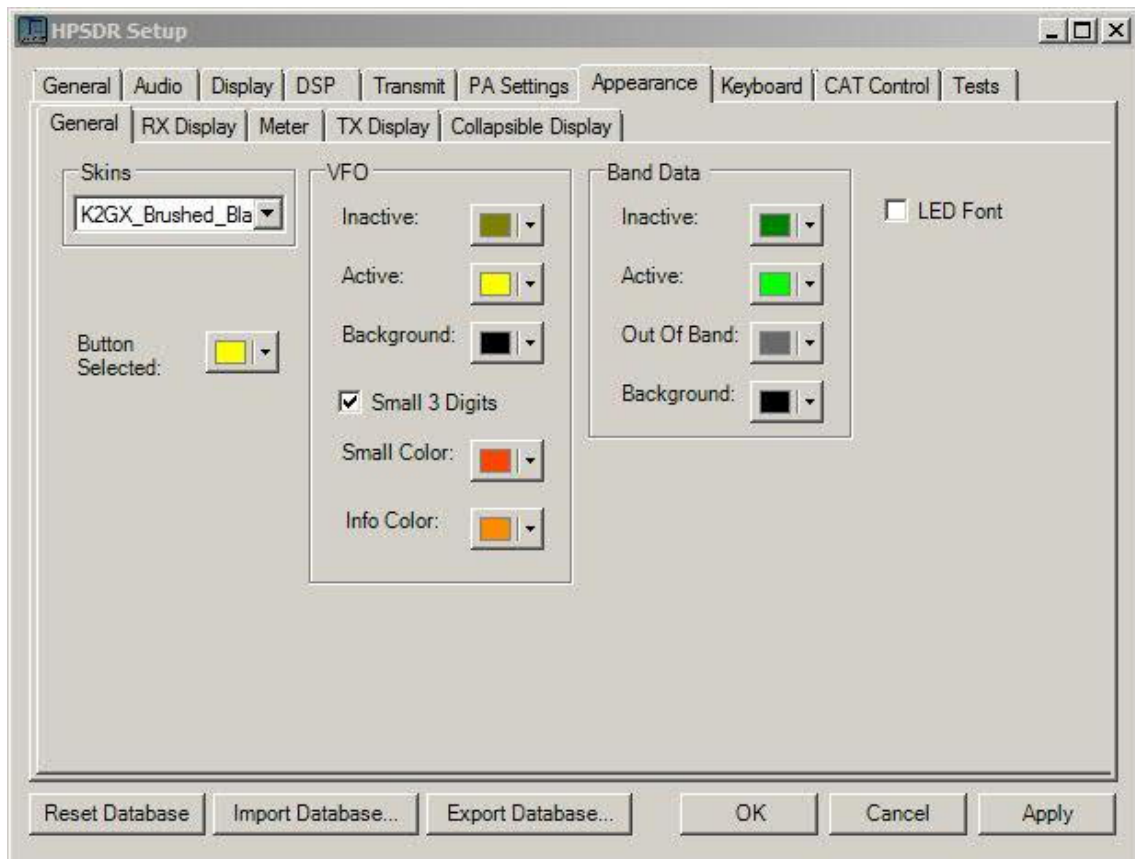
PA Settings



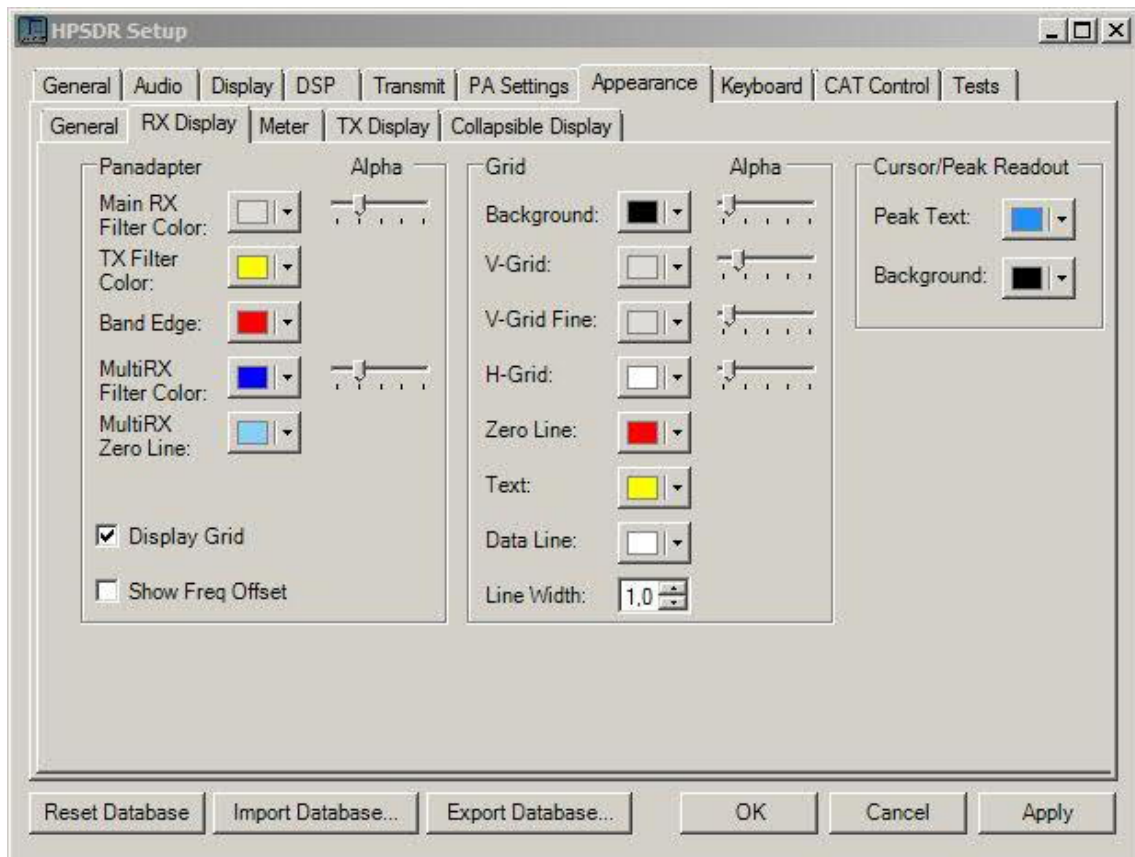
PA Settings Watt Meter



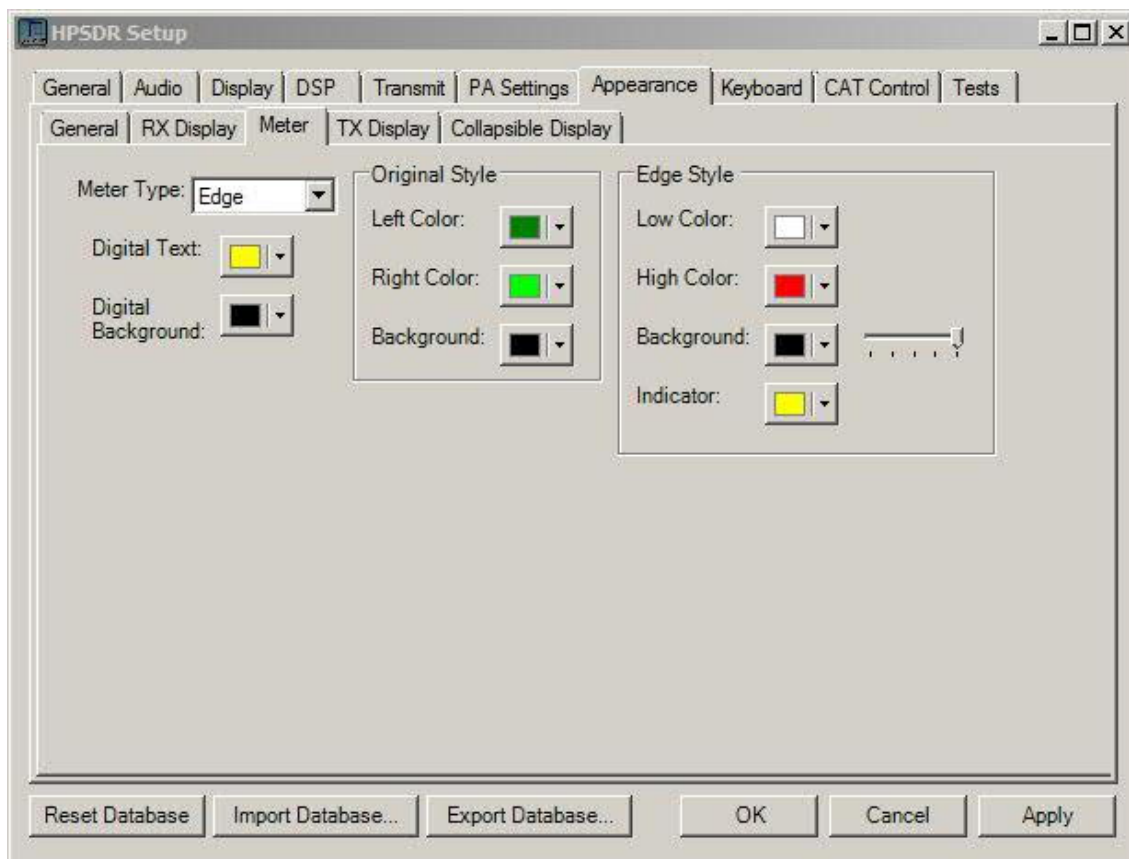
Appearance



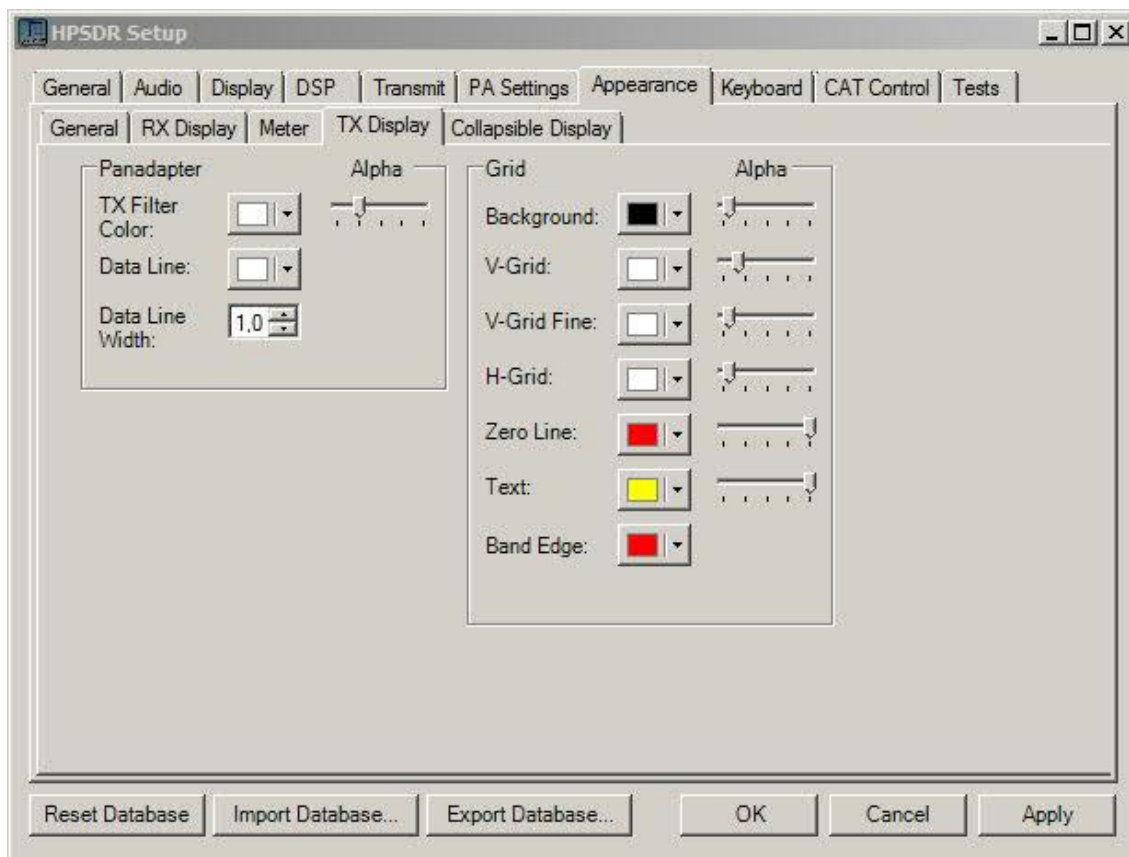
Appearance RX Display



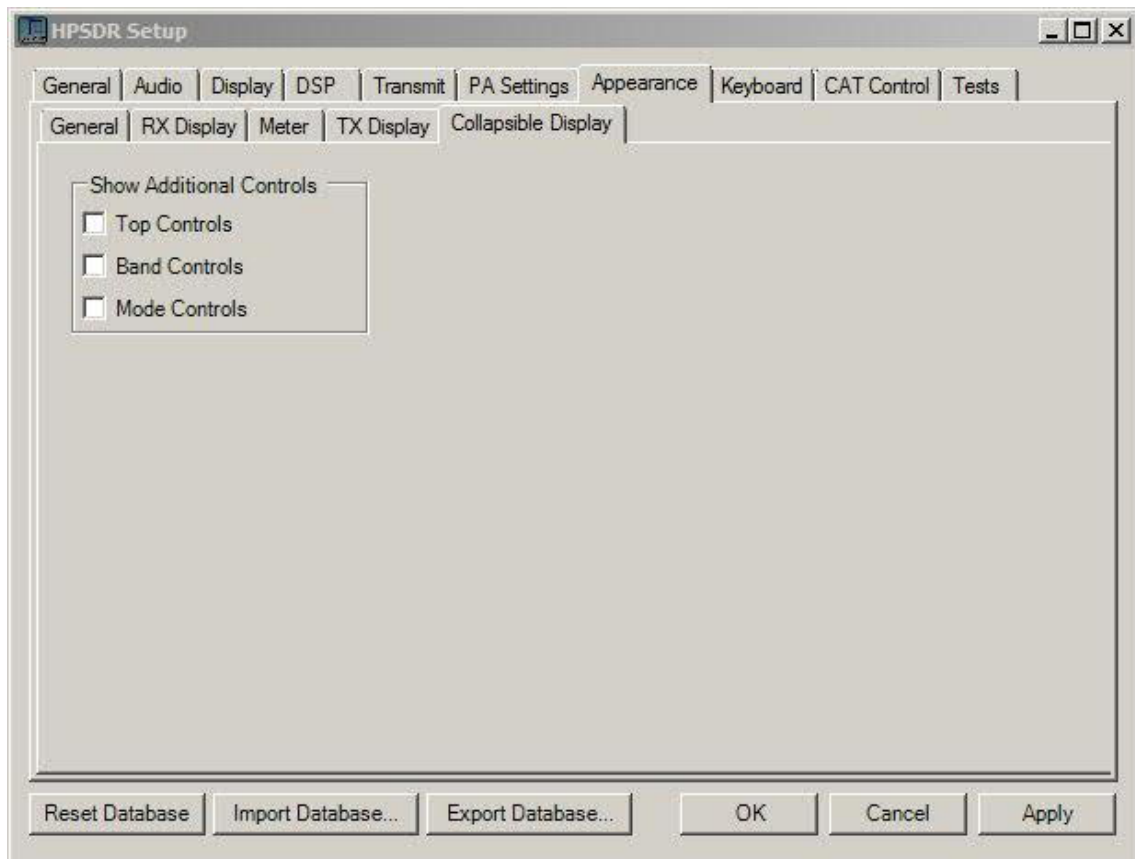
Appearance Meter



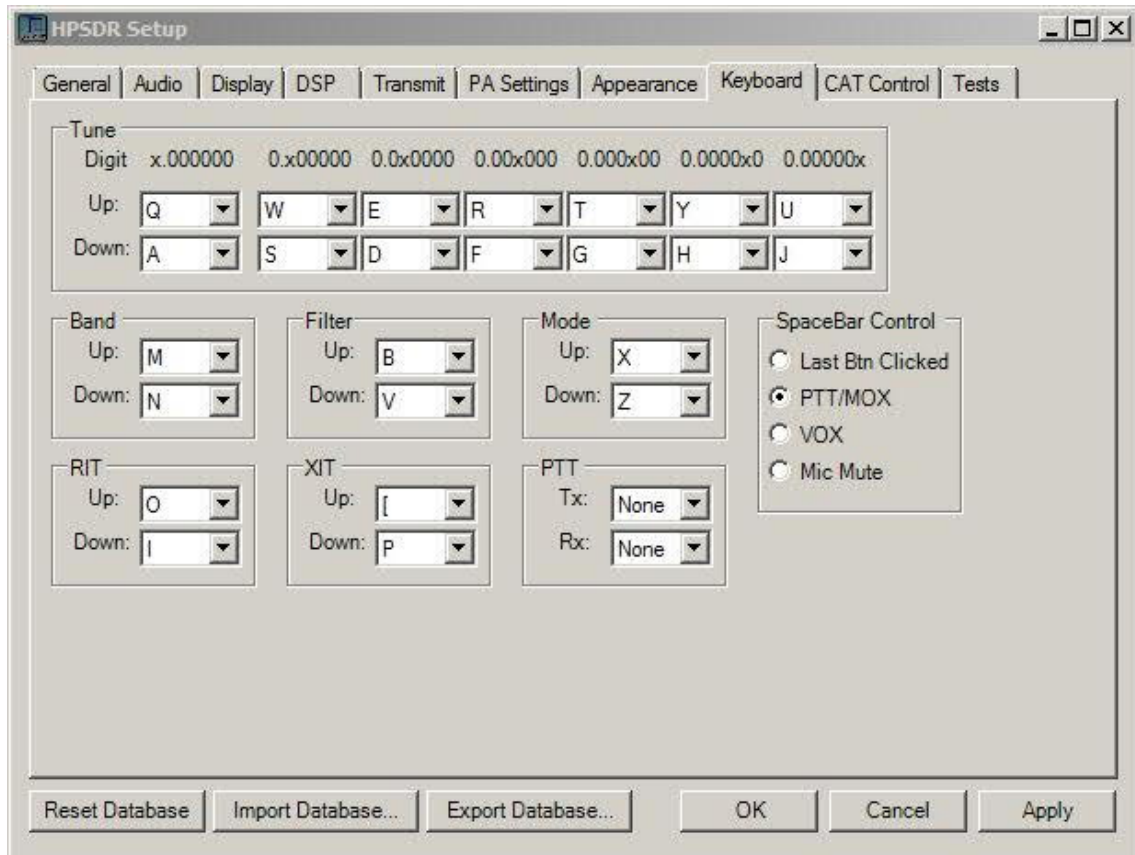
Appearance TX Display



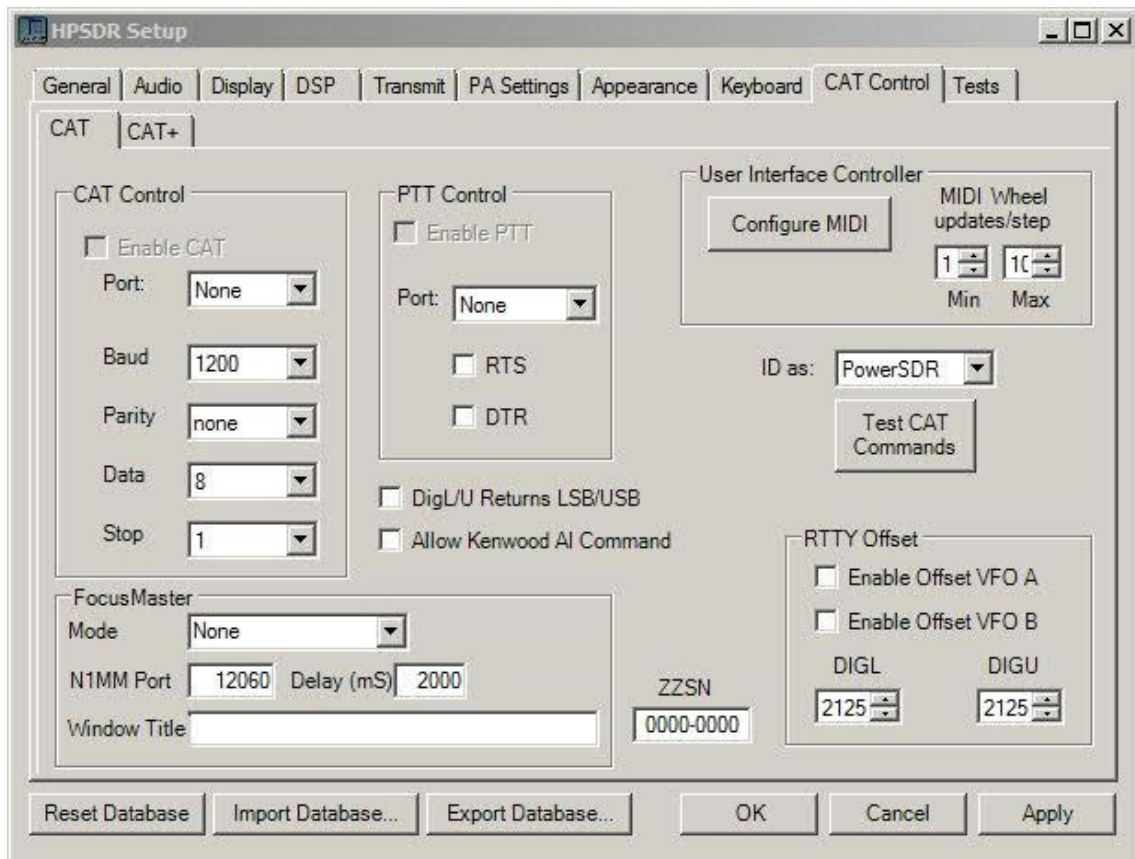
Appearance Collapsible Display



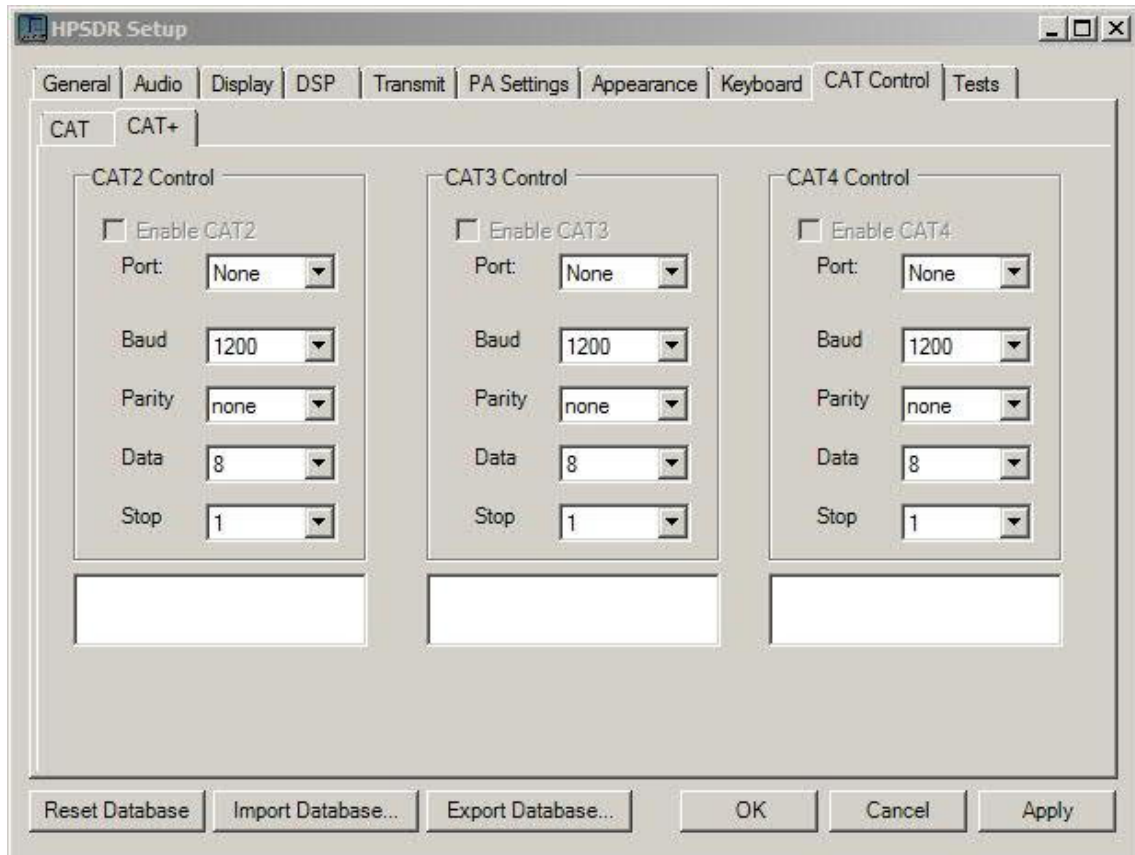
Keyboard



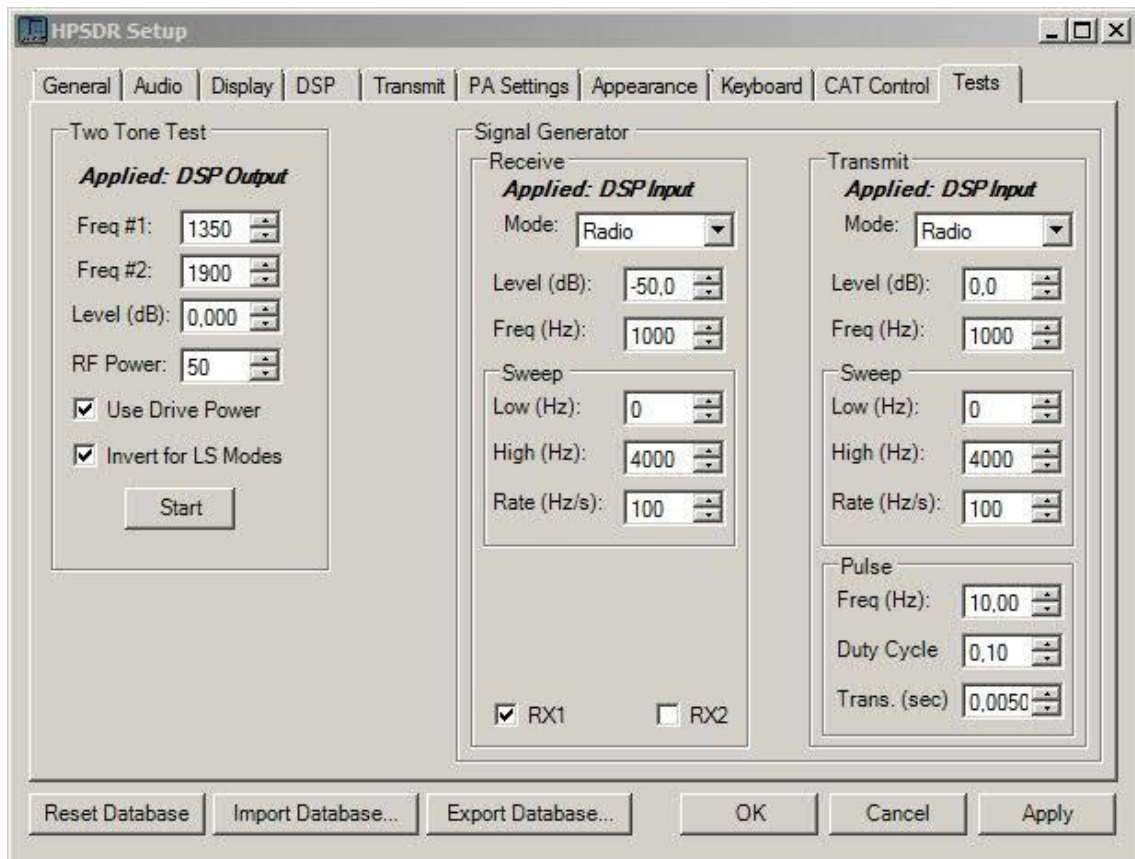
CAT Control



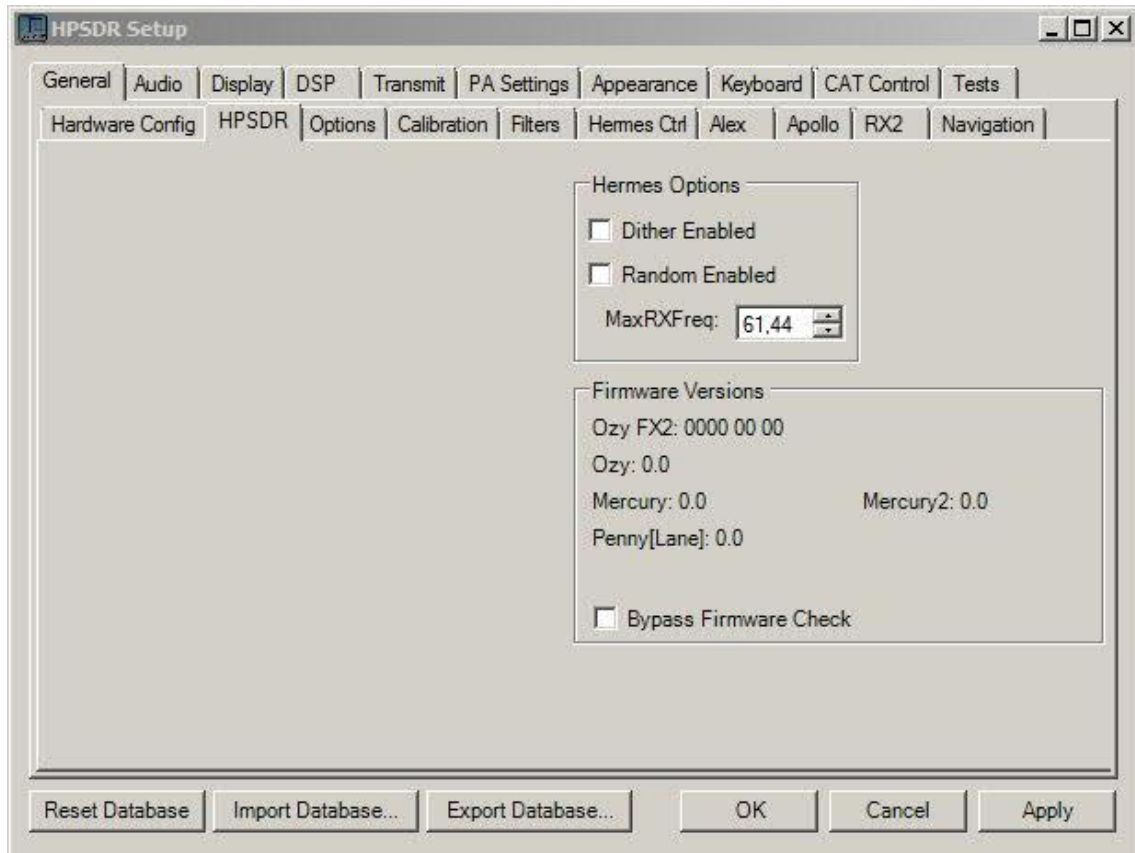
CAT Control CAT+



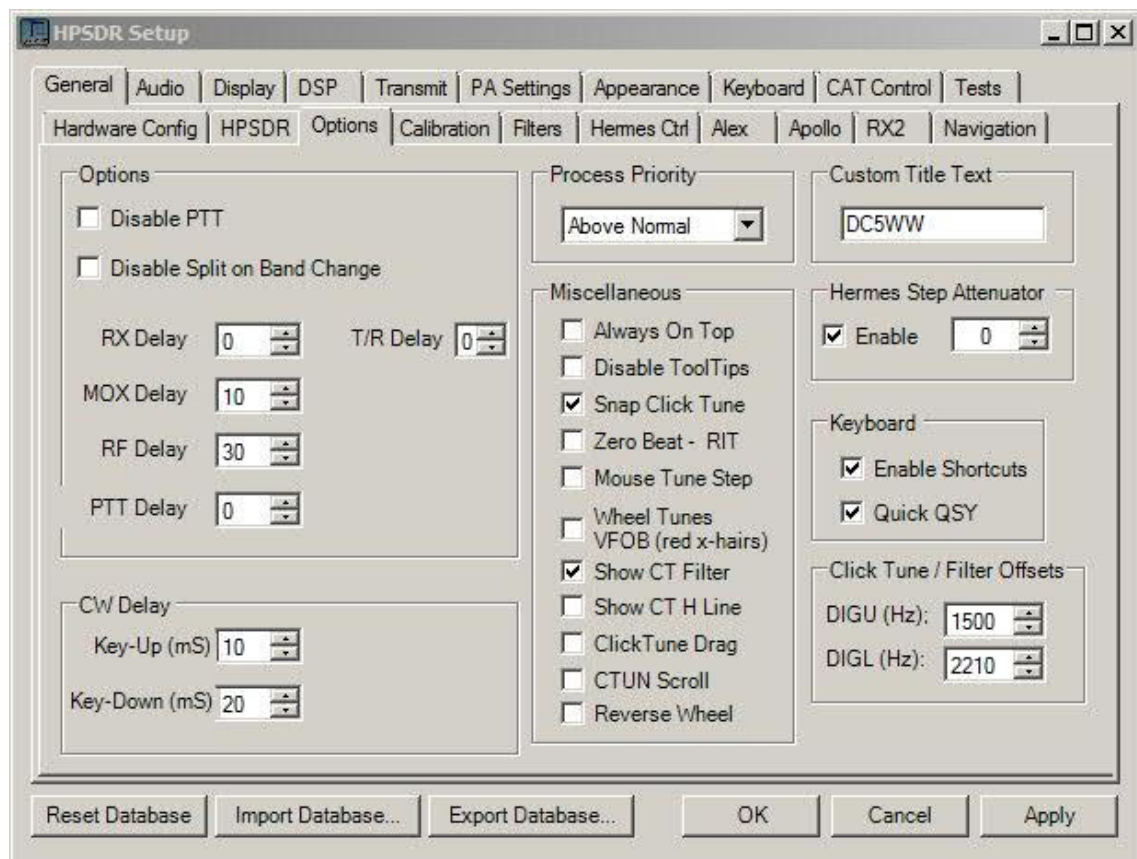
Tests



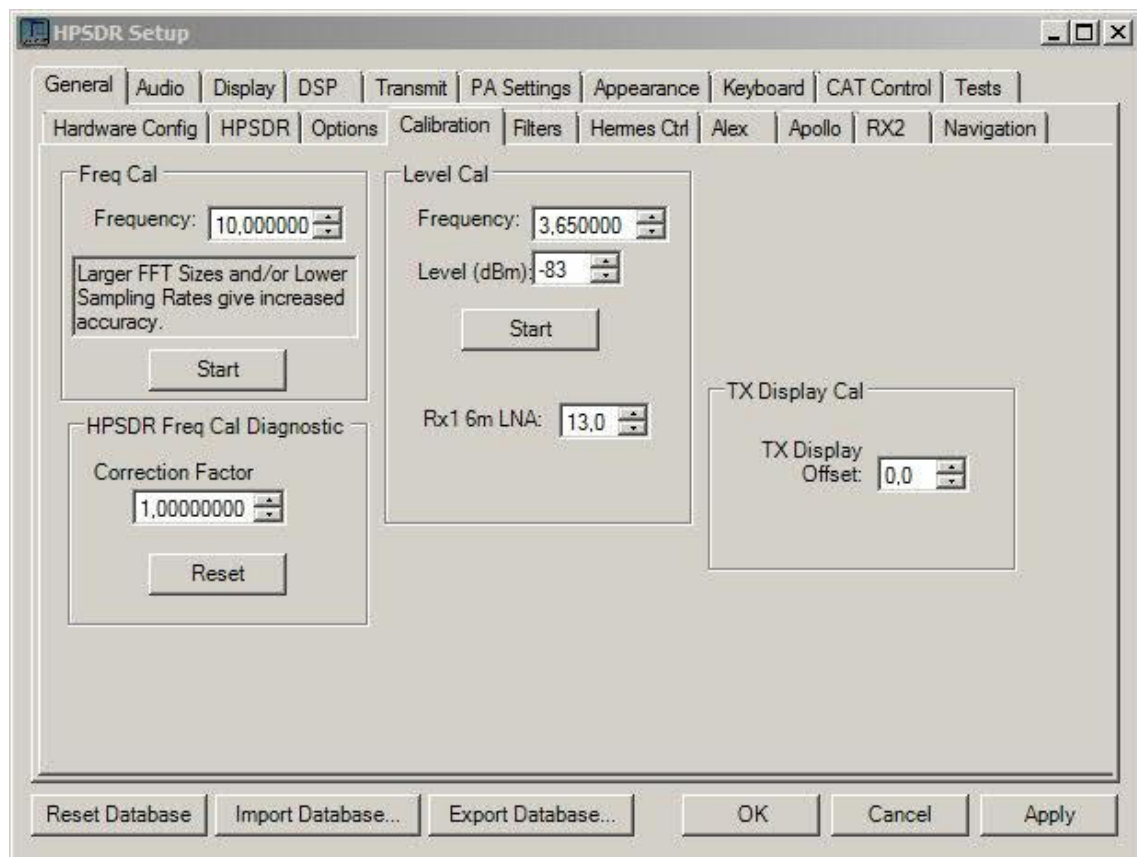
Hardware Config. HPSDR



Hardware Config. Options

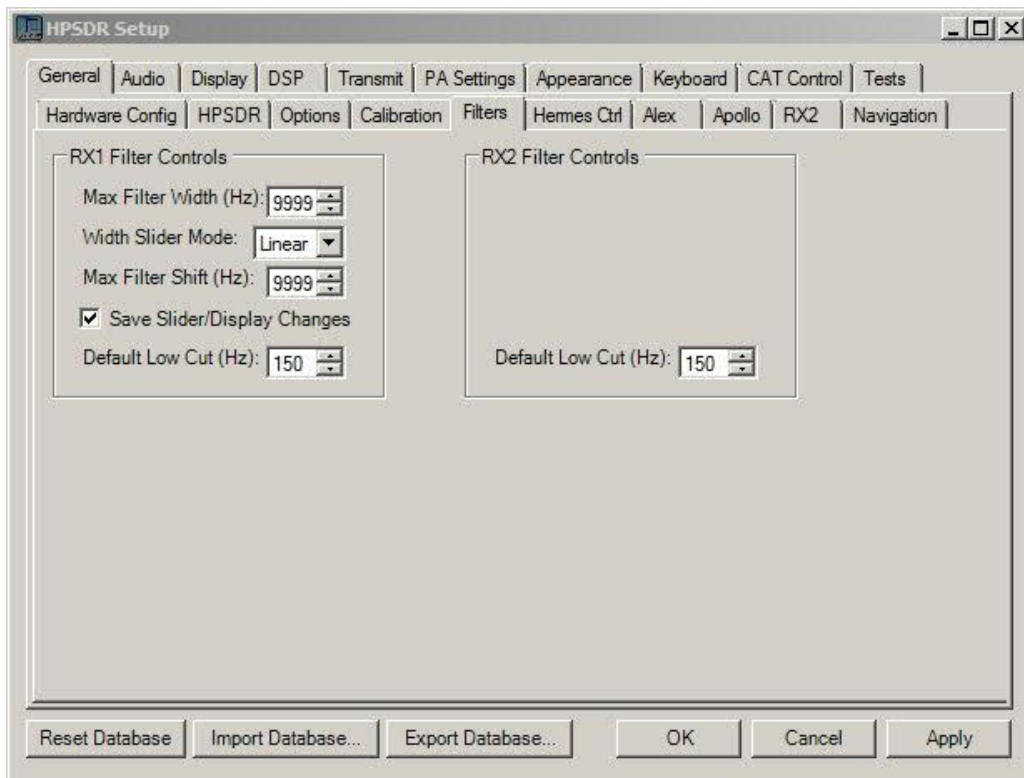


Hardware Config. Calibration



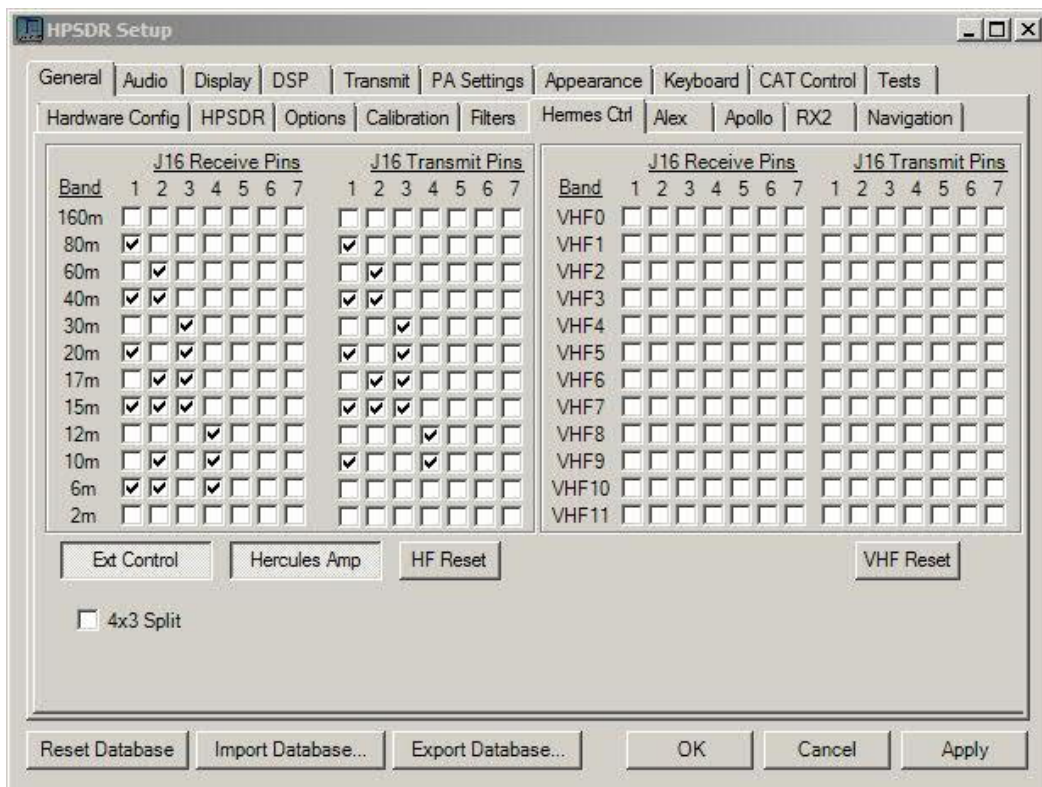
Die Calibrierung sollte nur bei 7 MHz mit -20dBm durchgeführt werden. **Nicht auf allen Bändern !**

Hardware Config Filters (Standardeinstellung)

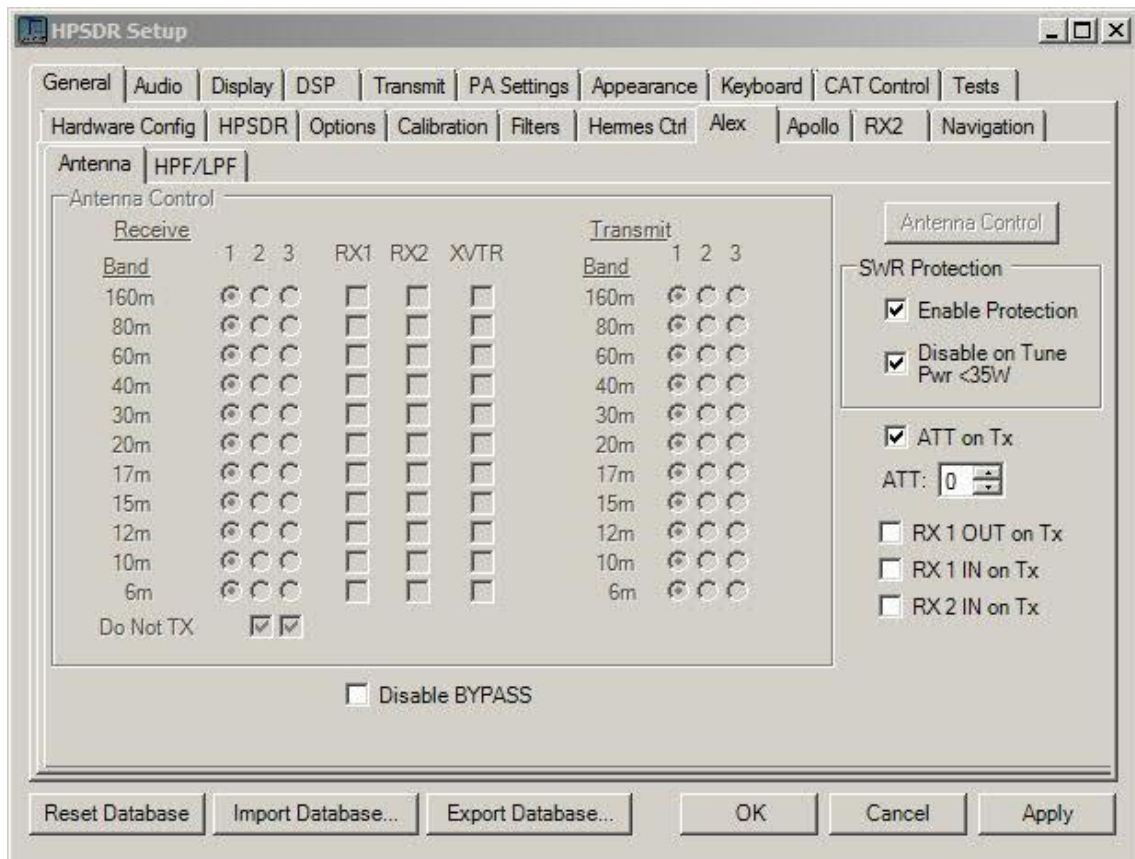


Hardware Configuration Hermes Ctrl.

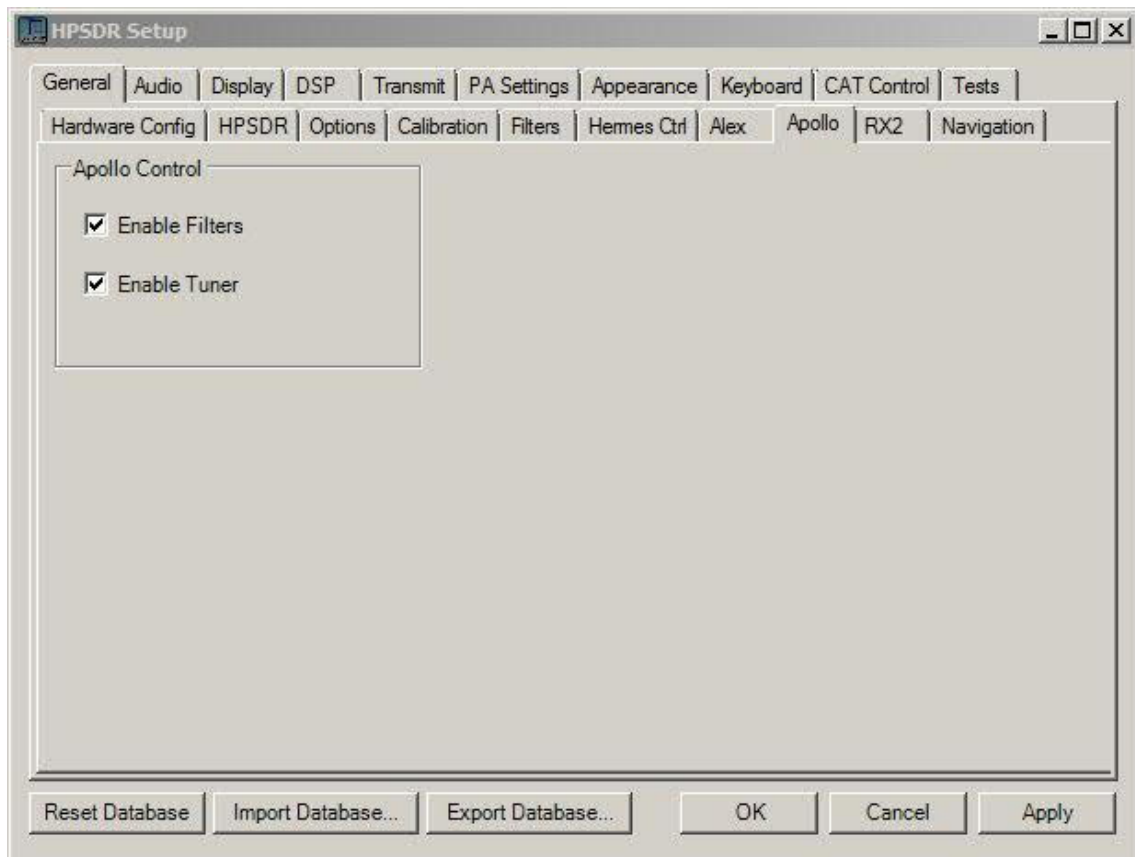
Achtung! Diese Einstellungen sind nur für das Tiefpassfilter von „-60dbm.com“ mit BCD-Code-Steuerung gültig. Im Zweifelsfall muss man probieren. Das Filter ist auch nicht für das 60 m Band ausgelegt, hier kann der Haken entfallen



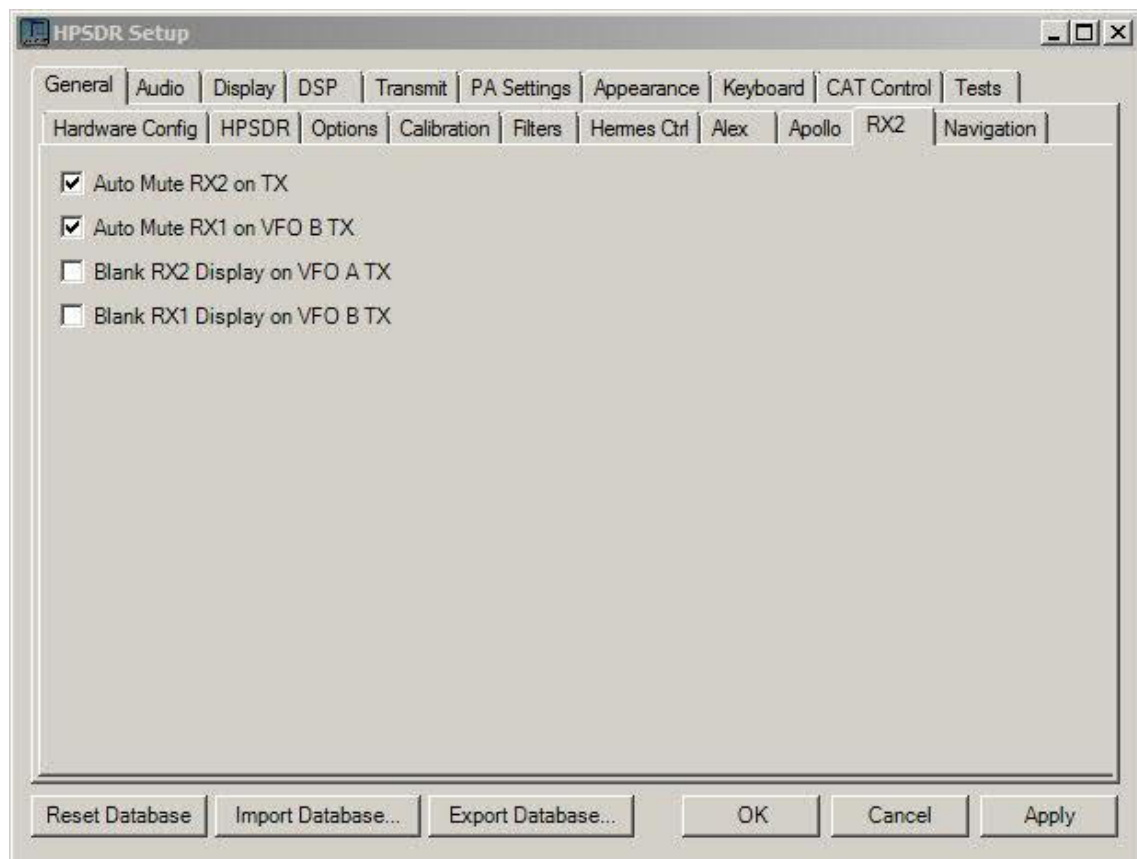
Hardware Config Alex (Standardeinstellung)



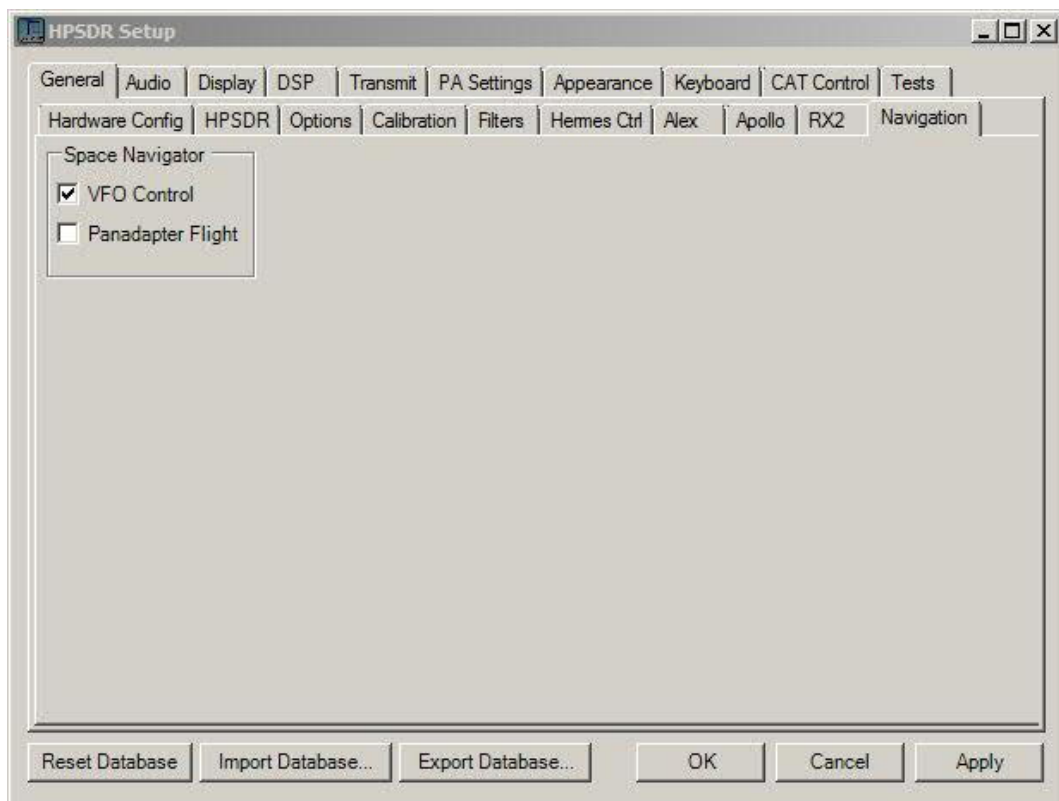
Hardware Config Apollo (Standardeinstellung)



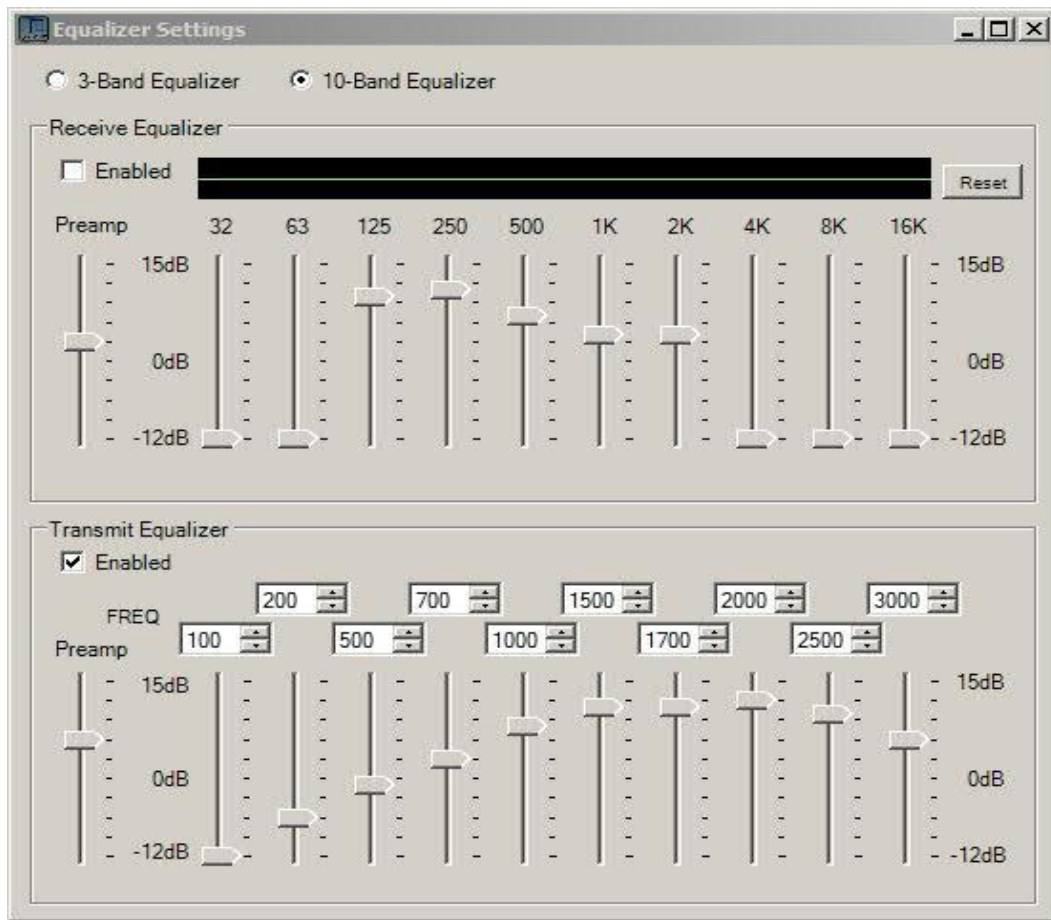
Hardware Config RX2 (Standardeinstellung)



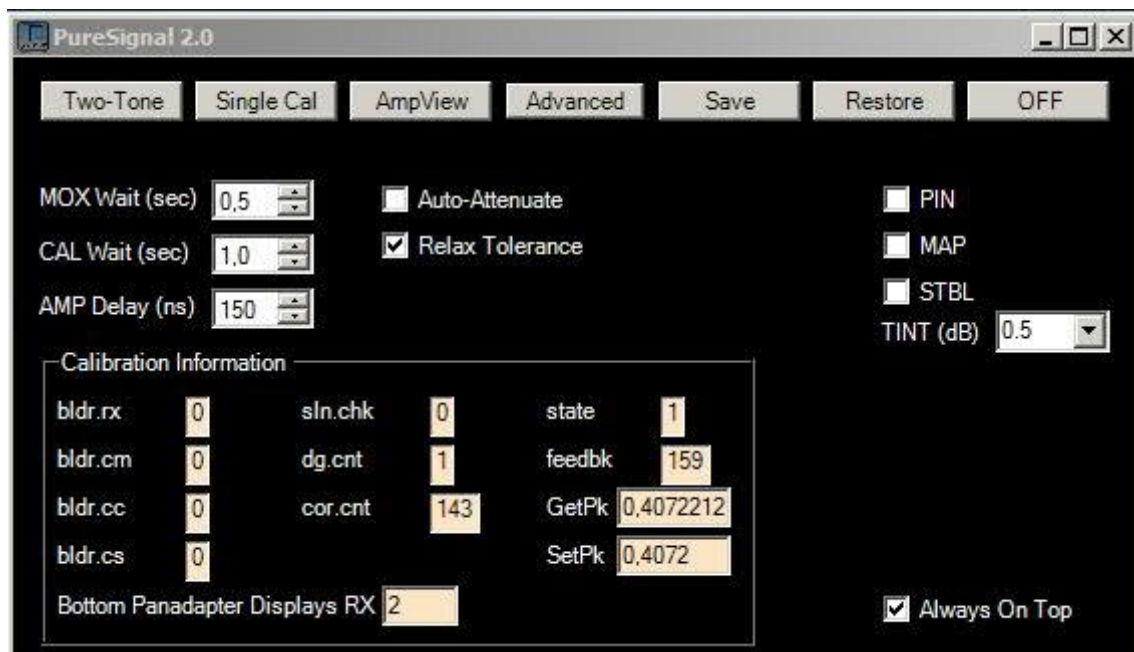
Hardware Config Navigation (Standardeinstellung)



Equalizer



Linearity Einstellungen (Predistortion)



© Karl-Heinz Holzberger DC5WW 12.09.2023