

Eigenbau eines 10m Repeater mit Duplexweiche



Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

Rahmenbedingungen REGTP Genehmigung 10m

- Frequenzen: Senden 29,620 Mhz
Empfangen 29,520 Mhz
- Maximale Bandbreite: 6kHz
- Maximale Strahlungsleistung 15Watt ERP

Rahmenbedingungen für die ARGH

- Kauf eines Repeaters (teuer und fast nicht erhältlich)
- Oder Eigenbau eines Repeaters zum besseren Verständnis und Reparatur
- Sender und Empfänger mit separaten Geräten oder Modulen oder Kompaktgerät
- Maximale Sendeleistung 40Watt (Standard für Export CB_Funkgeräte)
- Relaissteuerung: Wunsch Zukauf WX-Steuerung gleich wie bei 2m Relais
- Filterung zwischen Sende und Empfangssignal (100KHz bei 10m) möglichst mit einer RX/TX Trennung an einem Standort

Mögliche System Konzepte

- Zwei separate Sende und Empfangsantennen und kleines Filter
- Eine Antenne und ein großes Filter
- Alternativ zwei separate Standorte für Sender und Empfänger, wenigstens 5km auseinander wegen Trennung Sende und Empfangsfrequenz (bisher bei den meisten 10m Repeatern der Fall.
- Ohne Filter läuft bei einem 10m Relais nichts wenn Sender und Empfängerantenne am gleichen Standort ist. (Trennung 100Khz)

1. Herausforderungen bei zwei Standorten RX/TX

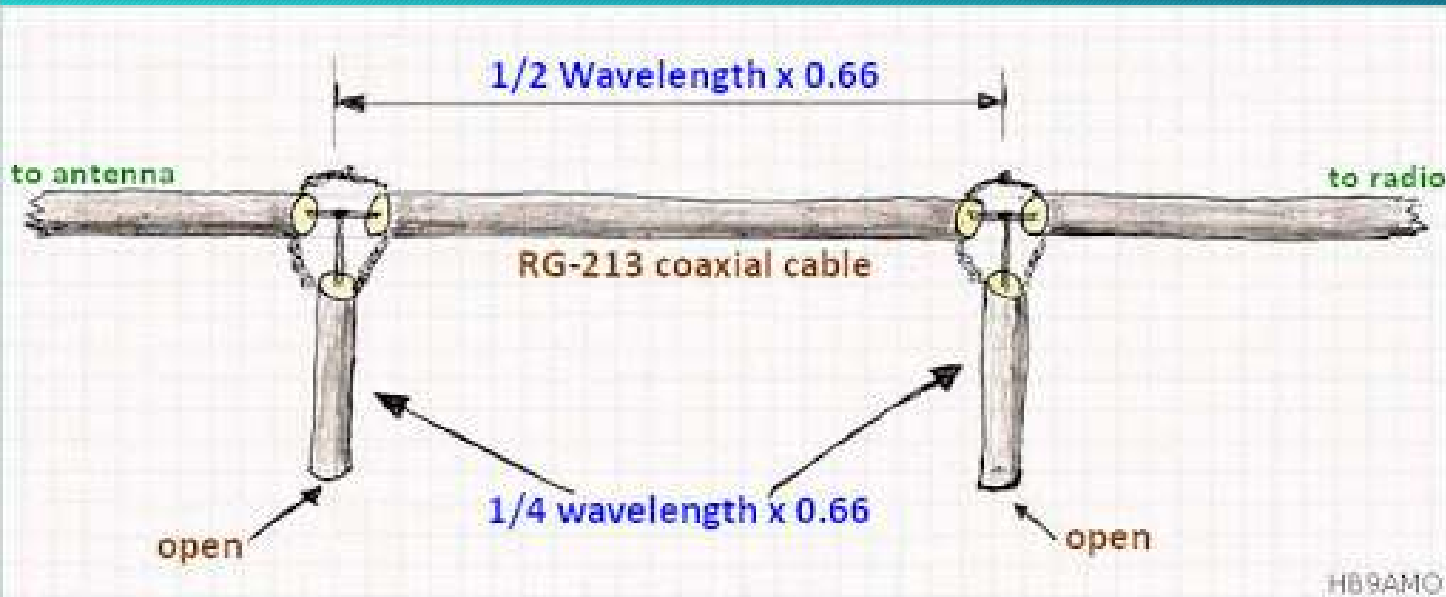
- Betrieb an zwei Standorten benötigt eine Linkstrecke zwischen Sender und Empfänger
- Enormer Aufwand:
 - Linkstrecke Senden oder Empfangen
 - Anpassungen der Daten zwischen RX und TX
 - Laufzeitunterschiede RX/TX
 - Verschiedene Ausbreitungstrecken Sender/Empfänger
 - Steuerungssoftware programmieren
 - Niemand hatte Zeit das zu planen und aufzubauen

2. Auswahl Filter/Weiche

- Zwei separate Antennen für RX und TX am gleichen Standort
- Filter wird benötigt mit wenigstens 40-60db Dämpfung auf 100kHz
- Antennen sollten möglichst vertikal über einander stehen mit wenigstens $\frac{1}{2}$ Lambda Abstand oder auf gleicher Höhe mindesten 50-100m Abstand.
- Hoher Aufwand am Relaisstandort und problematisch in diesen Dimensionen 2 Antennen aufzustellen und zu verkabeln.
- Nach ersten Versuchen eine Filterröhre zu bauen stieg die Hoffnung doch wieder, dass ein Filter wie am 2m-Relais zu realisieren ist.
- Fazit: Es wird die Variante 1, Filter mit einer Antenne realisiert.

Grundlagen Filter

Erste Versuche mit Koaxkabelfiltern



Grundlagen Filter Inspirationen für Topfkreise



Inspiration für das 10m Filter von Mike aus Australien



Components on the trailer at my brothers workshop



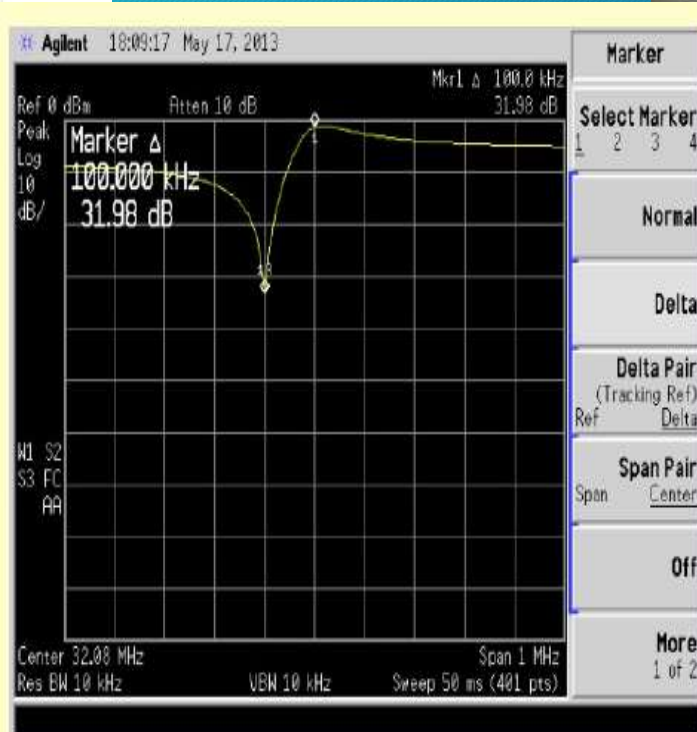
Overlapped and screwed together with self tapping screws

I joined by overlap and self tapping metal screws, two of these lengths to make one of 2.4 m long. I also found a very useful formed Top end substantial rigidity to which I would weld my centre resonator and attach my BNC RF connectors in the form of an inexpensive nonstick alum 216mm O.D !! Check these frying pans out if your building cavity filters of reasonable diameters, as they are an excellent well formed piece and readily obtainable in many different diameters ... don't forget to cut the handle off before you press them into service !!



The cheap tiawnese Aluminium frypan without handle

Back home.....slots in base to insert coupling loops and connectors



sweep of variable cap airspaced 100 pf across BNC centre pins 0.7 dB loss



Das Duplexfilter /Weiche) für 10m, Eckdaten

- Filterröhre sollte 2,5m lang sein und einen Durchmesser von 100mm bis 200mm
- Filter kann als Bandfilter oder Notchfilter realisiert werden.
- Filtertiefe / Röhre bei 100KHz Abstand liegt bei ca. 20db, Durchgangsdämpfung bei ca. 2,5dB
- Aktuell sind 3 Röhren im Sendezweig und 3 Röhren im Empfangsbereich
- Damit werden in Summe ca. 120dB erreicht was noch nicht für volle Empfindlichkeit ausreicht.
- Die Durchgangsdämpfung liegt bei ca 4-6 db im Empfangszweig und im Sendezweig.
- Filter besteht aus verzinktem Dachrinnenrohr mit 120mm Durchmesser 2,5m Länge
- Einem Innenrohr aus Kupfer 25mm Durchmesser 2,48m Lang.
- Boden oben Kupfer: Je zwei Einkoppelpulen mit N-Buchse (Eingang u. Ausgang)
- Boden unten Kupfer: Mit Gewindestab eingebaut um das Filter abzugleichen

Grundlagen Filter Aufbau Innenleben

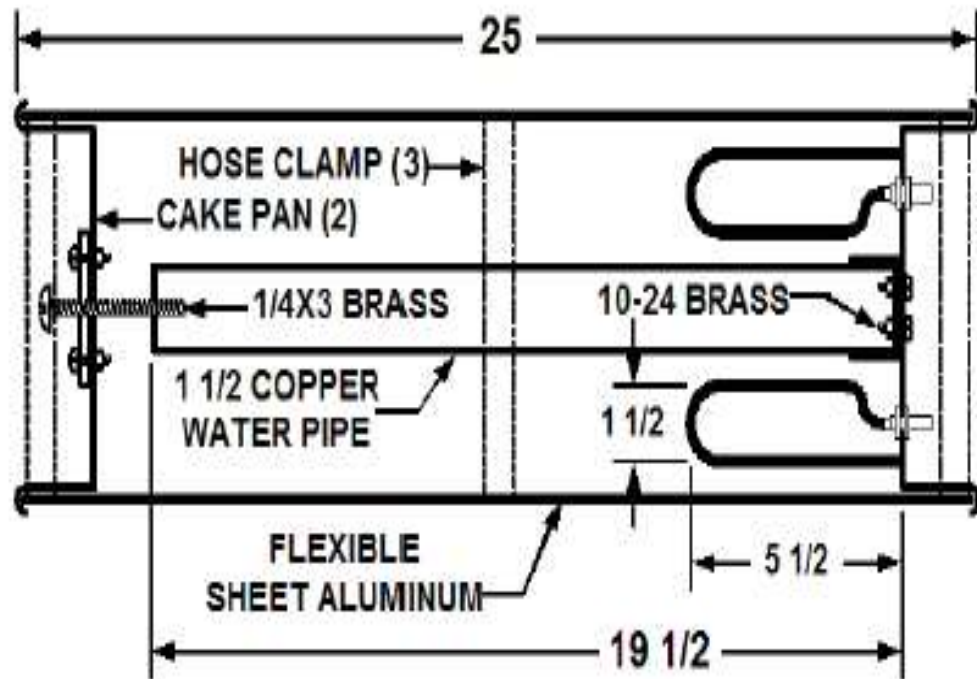


Figure 2-1: Cross section of 2M sample cavity



Figure 2-2: Example 2M cavity and loop detail

Grundlagen Filter Topfkreis Filterkurve

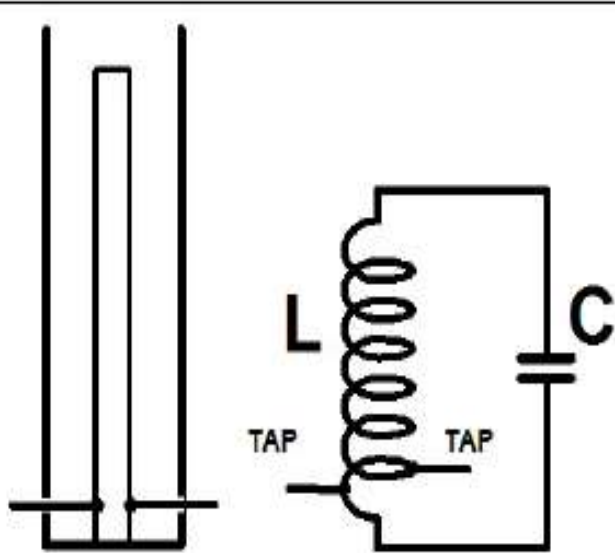


Figure 3-6: Tap coupling and equivalent circuit

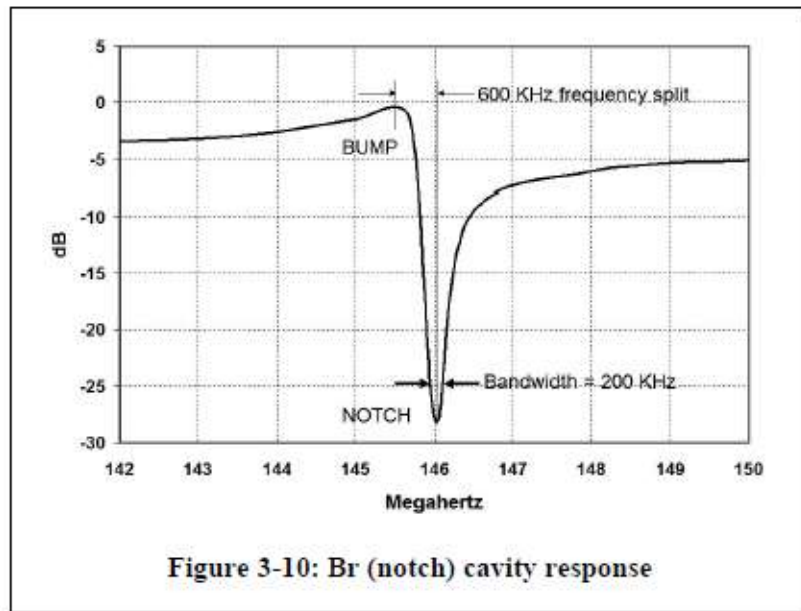


Figure 3-10: Br (notch) cavity response

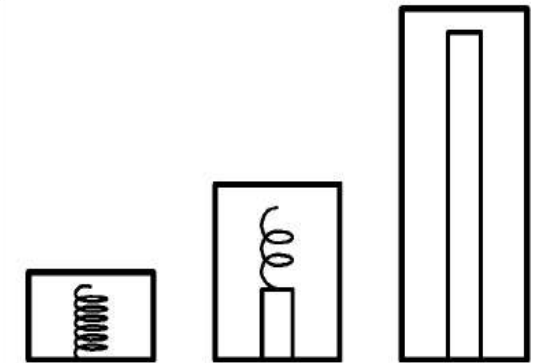


Figure 3-11: Helical resonator, semi-helical resonator, cavity

Diameter	Insertion loss
3 in.	2.2 dB
6 in.	1.1 dB
9 in.	0.75 dB
12 in.	0.6 dB

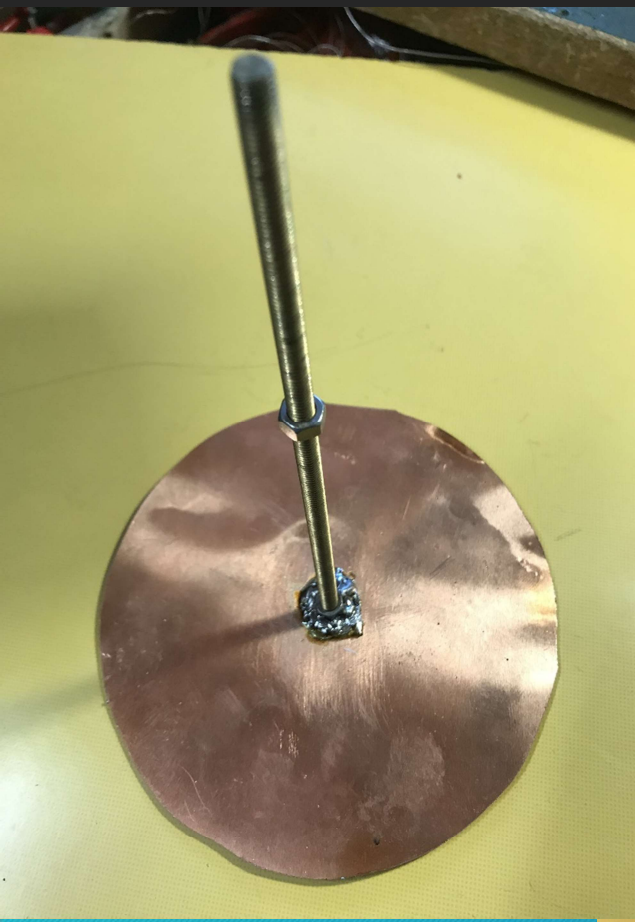
Table 8-4: Insertion loss for 2M aluminum cavities.

Grundlagen Filter Sperrdämpfungswerte

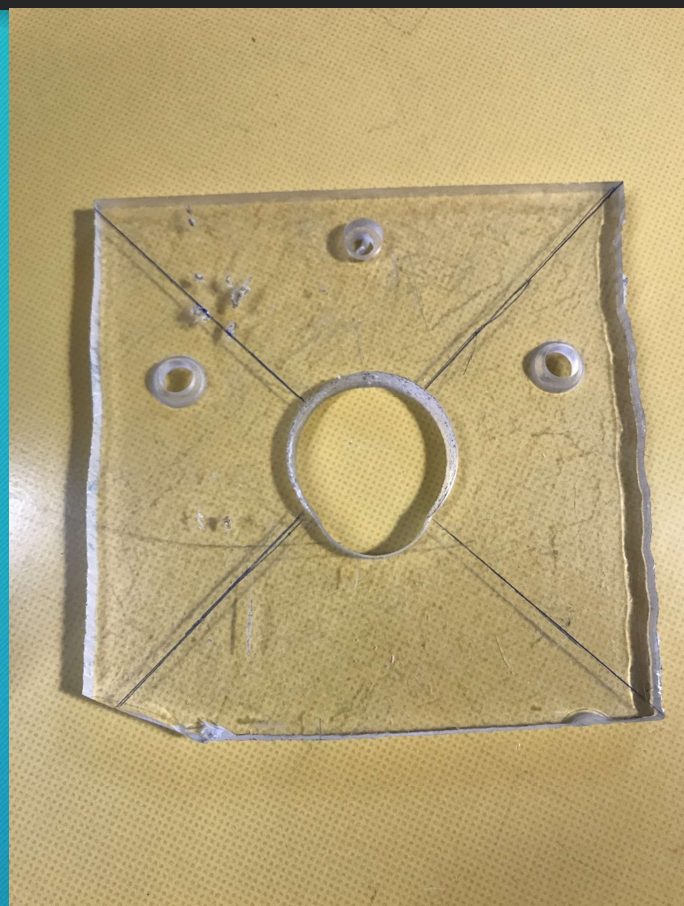
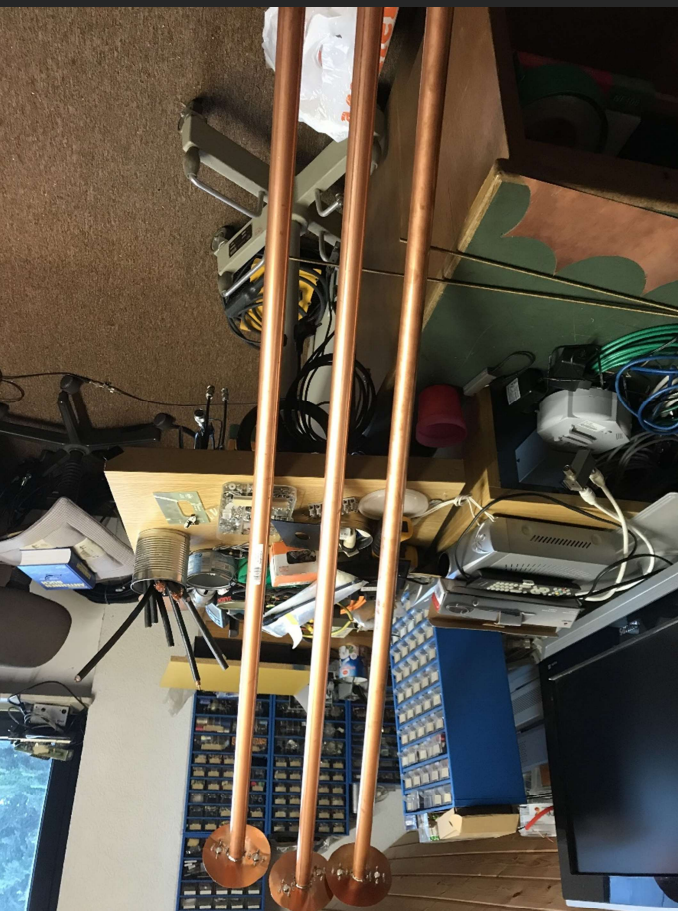
Watts	Volts	dBm	
10^{-15} Watts	0.22 microvolts	-120 dBm	Our receiver
10^{-14} Watts	0.71 microvolts	-110 dBm	
10^{-13} Watts	2.2 microvolts	-100 dBm	
10^{-12} Watts	7.1 microvolts	-90 dBm	
10^{-11} Watts	22 microvolts	-80 dBm	
10^{-10} Watts	71 microvolts	-70 dBm	
10^{-9} Watts	220 microvolts	-60 dBm	
10^{-8} Watts	710 microvolts	-50 dBm	
10^{-7} Watts	2.2 millivolts	-40 dBm	
1 microwatt	7.1 millivolts	-30 dBm	
10 microwatts	22 millivolts	-20 dBm	
100 microwatts	71 millivolts	-10 dBm	
1 milliwatt	0.22 volts	0 dBm	dBm reference
10 milliwatts	0.71 volts	+10 dBm	
100 milliwatts	2.2 volts	+20 dBm	
1 watt	7.1 volts	+30 dBm	
10 watts	22 volts	+20 dBm	
100 watts	71 volts	+30 dBm	Our transmitter

Table 1-1: Watts, Volts and dBm in a 50 Ohm antenna system

Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau



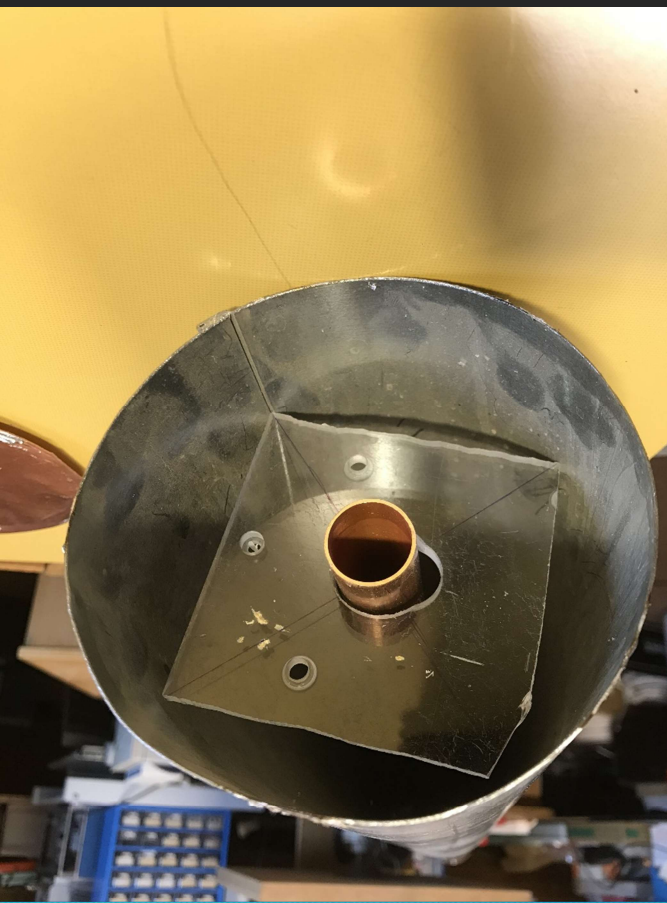
Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau



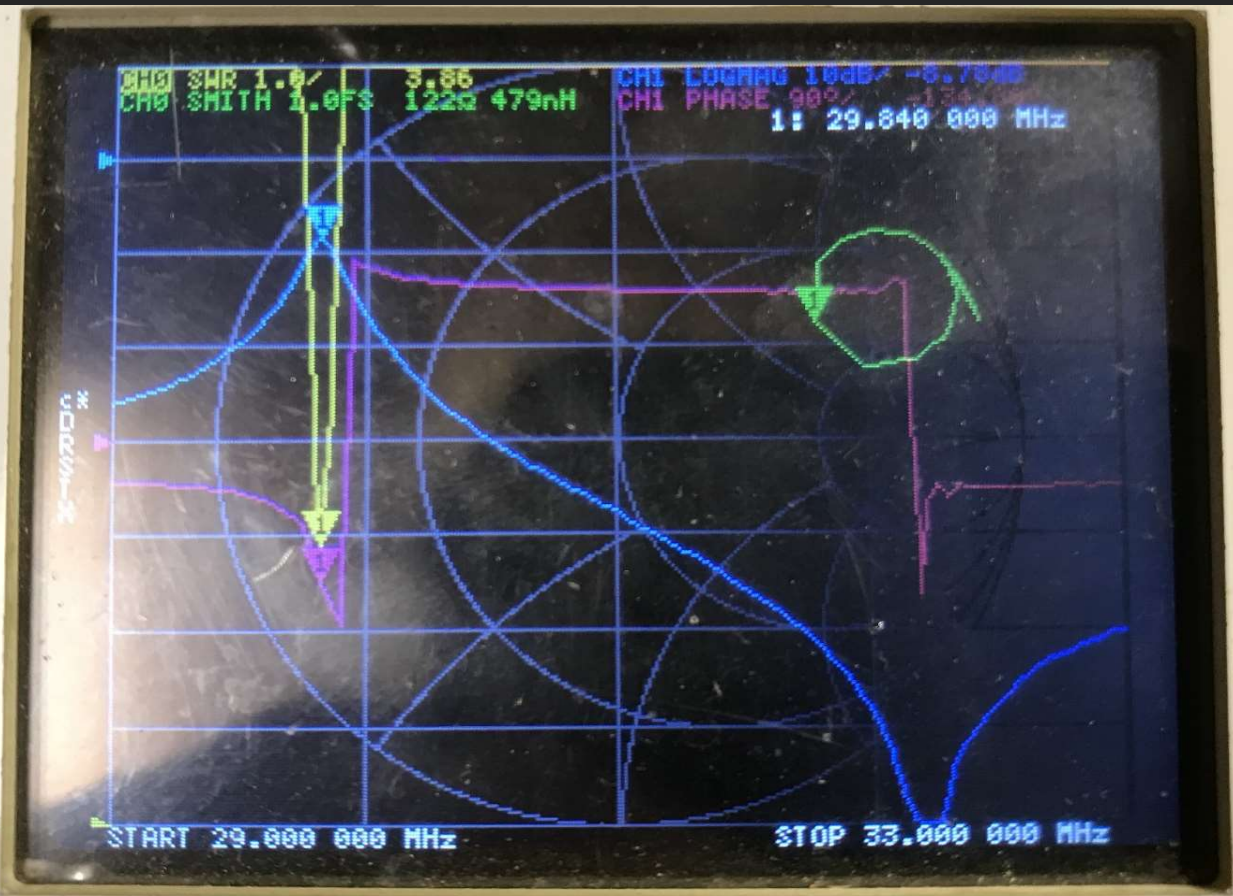
Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau



Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau



Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau RX-Topf ohne Trimmung



Durchlasskurve eines
Filtertopfes ohne
Modifikation

Sperrfrequenz wäre bei 32,2
Mhz mit einer Dämpfung von
79 dB

Durchlass bei 29,84 Mhz mit
einer Dämpfung von 8dB

Bandbreite 2,4 Mhz

Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau RX-Topf ohne Trimmung



- Durchlasskurve eines Filtertopfes ohne Modifikation
- Sperrfrequenz wäre bei 32,2 Mhz mit einer Dämpfung von 79 dB
- Durchlass bei 29,84 Mhz mit einer Dämpfung von 8dB
- Bandbreite 2,4 Mhz

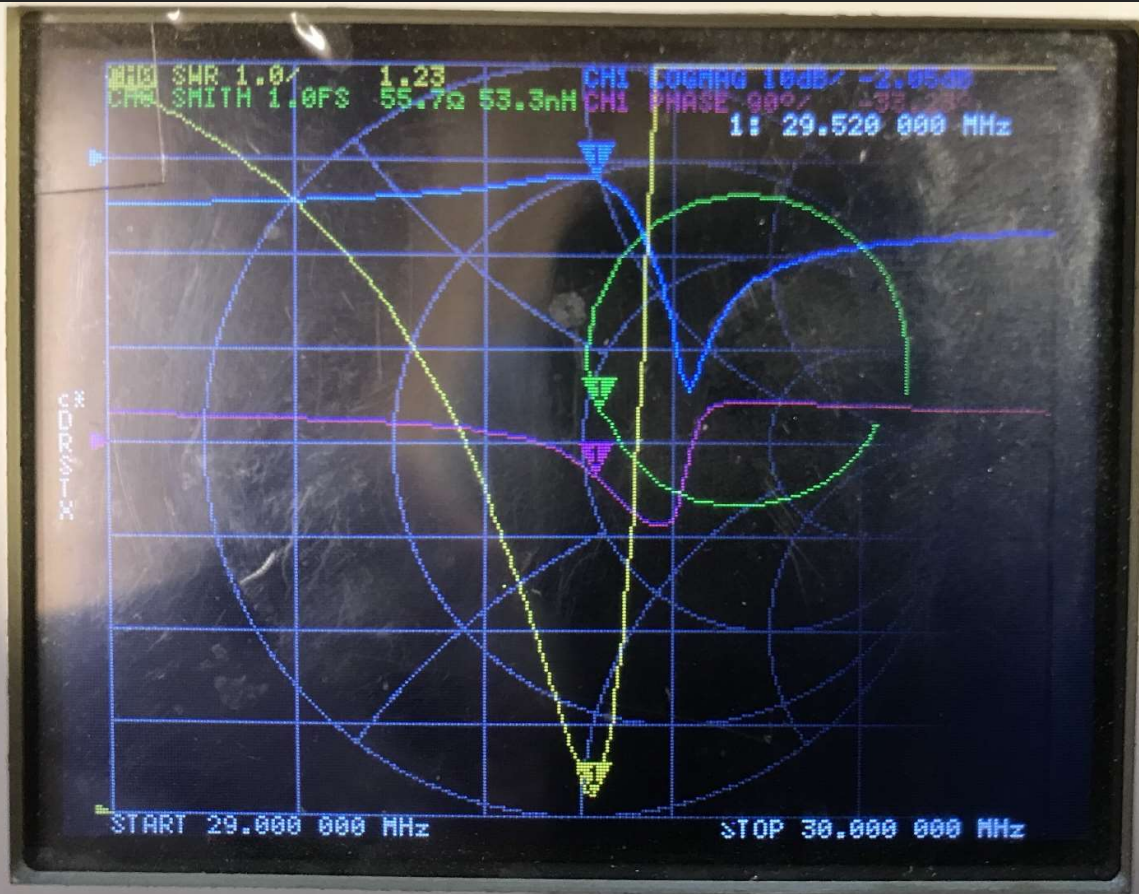
Grundlagen Filter Trimmung 100KHz



Trimmung des Filters von 2,4MHz auf 100KHz Bandbreite mit Hilfe einer Kapazität zwischen Eingang und Ausgang

Auf dem Bild für erste Versuche mit einem Keramiktrimmer, später mit einer Festkapazität von 47pF

Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau TX-Topf auf 100KHz getrimmt



Filterverlauf SWR gelb
Dämpfung blau
Phase violett
Impedanz grün

Marker bei 29,520 Mhz
Empfangsfrequenz
Marker Durchlass
Dämpfung 2,05dB

Marker SWR 1,23
Marker Impedanz 55 Ohm
Bandbreite 100Khz

Grundlagen Filter Messprotokolle Eigenbau TX-Topf auf 100KHz getrimmt



Filterverlauf SWR gelb
Dämpfung blau
Phase violett
Impedanz grün

Marker bei 29,620 Mhz
Sendefrequenz

Marker max Dämpfung
25dB

Bandbreite 100Khz

Grundlagen Filter Verkabelung

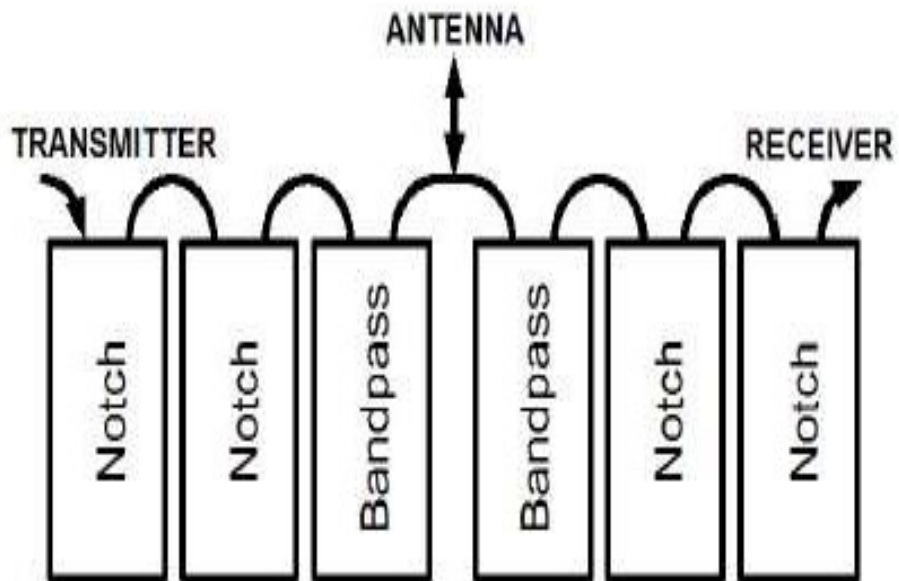


Figure 3-1: Most common duplexer configuration

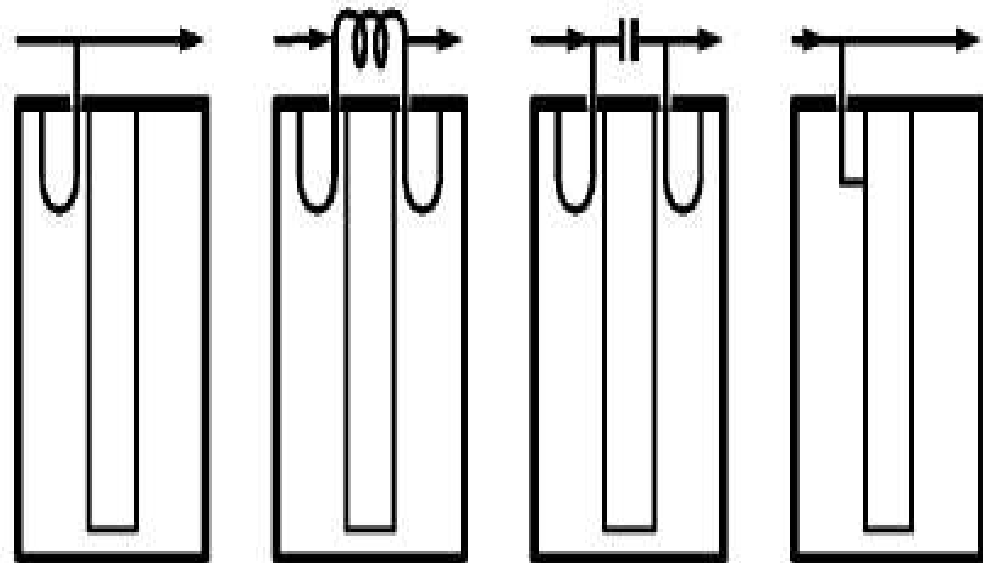


Figure 3-9: Br (notch) cavities, in parallel with transmission line

Prototyp Topfkreisverkabelung



Verkabelung der 10m Filtertöpfe

- Drei Töpfe sind in Reihe geschaltet zum Empfänger und auf der anderen Seite auf ein T-Glied das in gleicher Form mit den beiden RX_Töpfen verbunden ist
- Kabellänge sollte möglichst kurz sein, oder mit der Koppelschleife genau Lambda halbe. (ich habe zuerst die Kurzform angewendet dann die Abgestimmte Form, weniger Verluste)
- Am T-Glied Mittelanzapfung wird die Antenne angeschlossen
- Die Töpfe sind alle auf Bandfilter angeschlossen

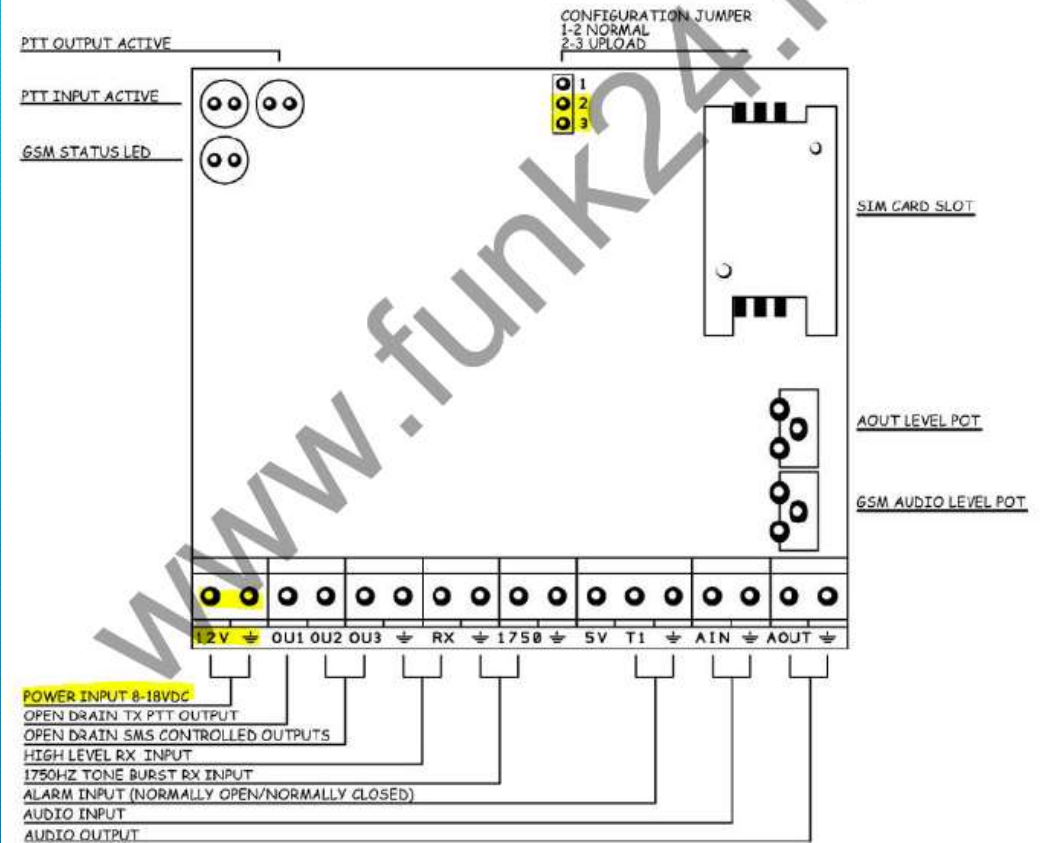
Auswahl der elektronischen Komponenten (Sender und Empfänger) 1

- Eigenbau des Repeaters aus Kostenminimierung, da noch nicht endgültig feststand, ob das Projekt realisiert werden kann.
- Nach ersten Versuchen mit verschiedenen CB_Funkgeräten auf Großsignalfestigkeit am Empfänger, fiel die Entscheidung auf einen KW/2m Konverter von DL1YP
- In Kombination mit einem vorhandenem 2/70cm FM Duobander wurde die Höchste Großsignalfestigkeit erreicht und konnte damit noch eine zweite Fliege schlagen dass im Notfall auch noch auf 70cm mitempfangen werden kann.

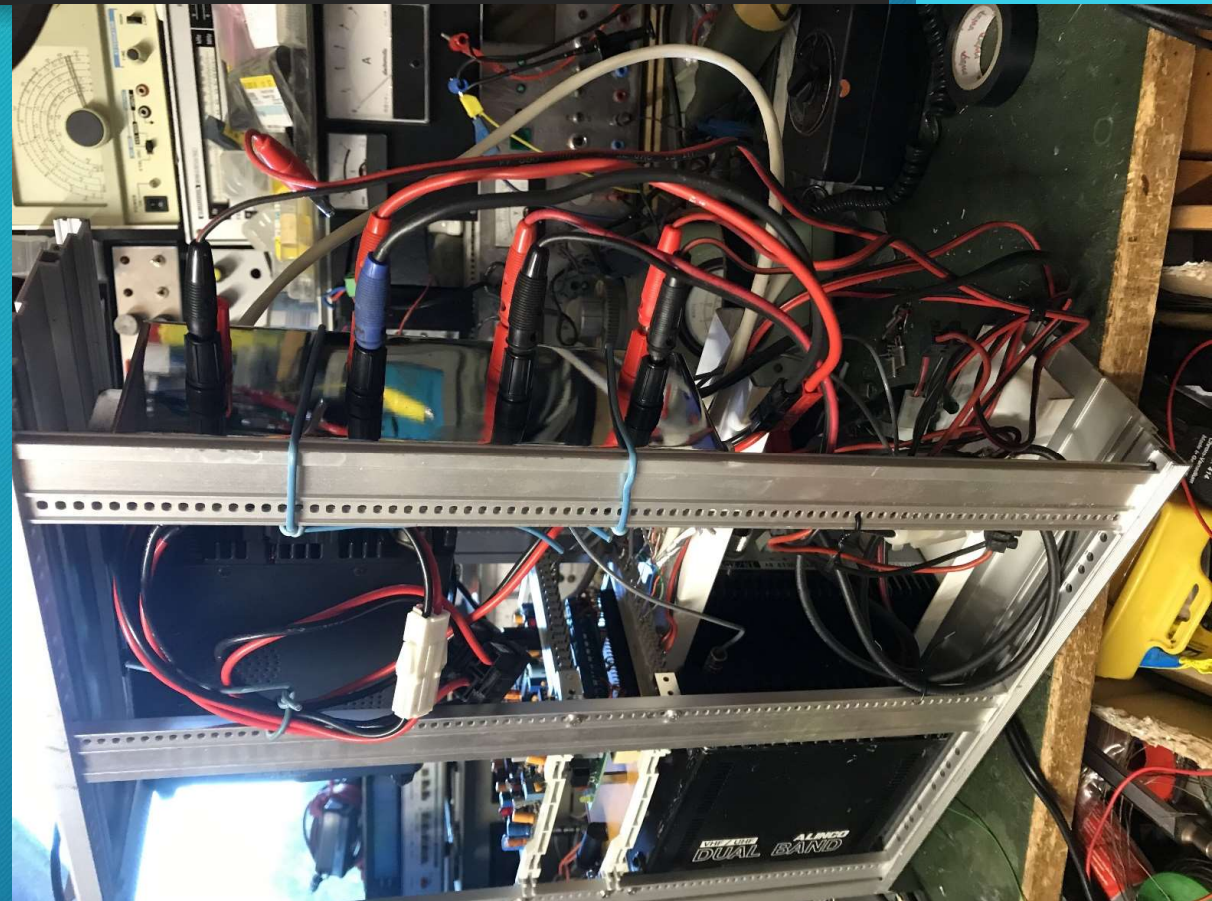
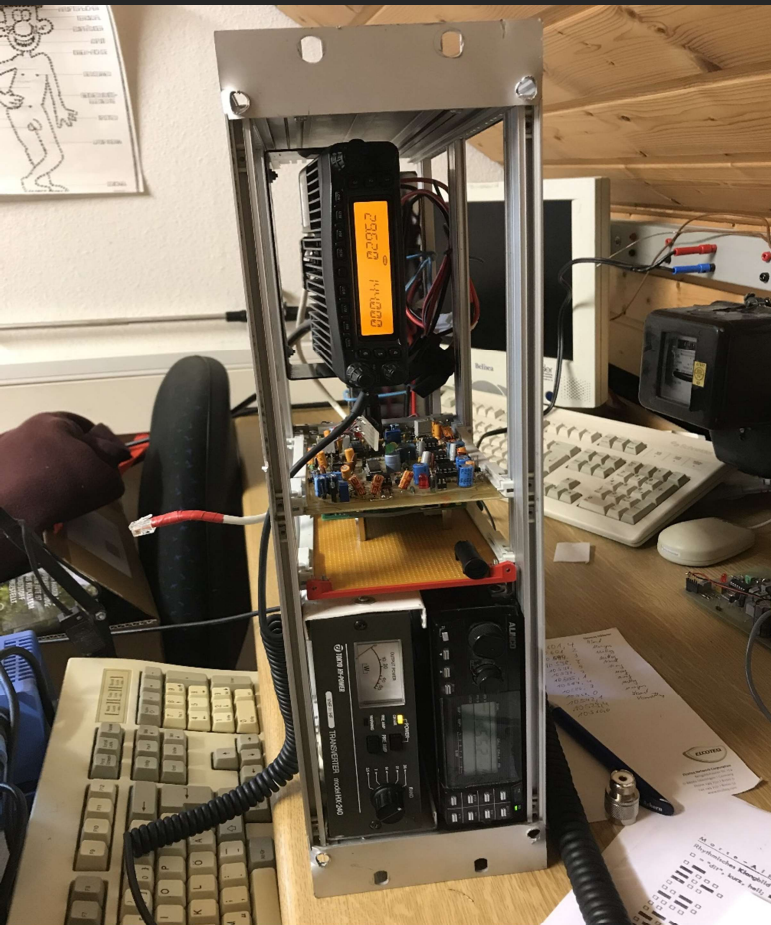
Auswahl der elektronischen Komponenten (Sender und Empfänger) 2

- Der Sender viel auf ein Yeasus FT2800 Mehrband Tranceiver von DL4GP der diesen leihweise zu Verfügung stellte, (später President Richard)
- Da die WX Relaissteuerung nicht mehr produziert wird, habe ich auf eine polnische Steuerung zurückgegriffen die 1750Hz und Trägersteuerung auswerten kann und über GMS fernsteuerfunktionen hat.

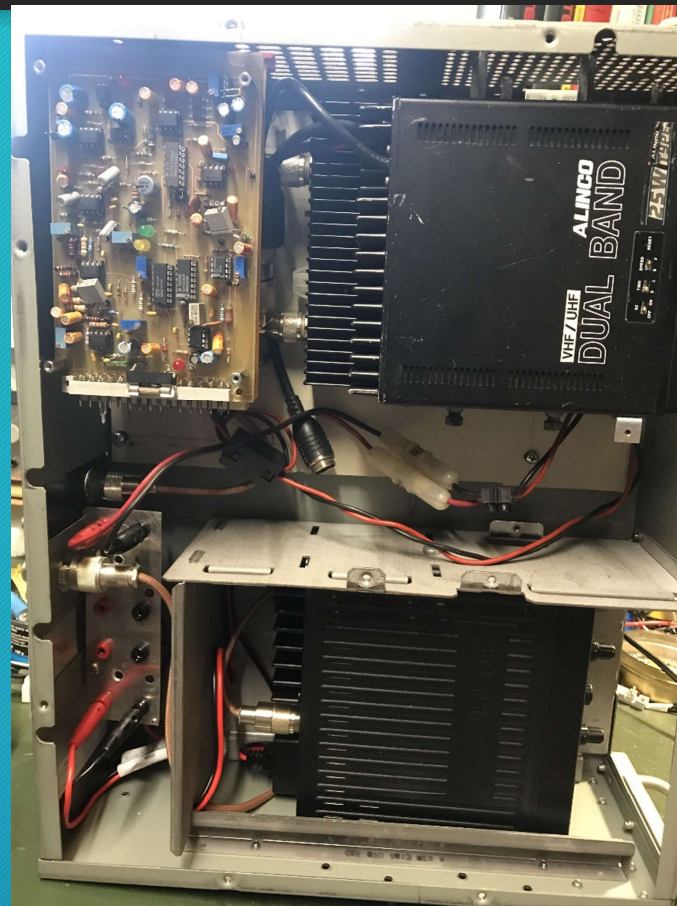
Relaissteuerung RPTC



Repeater Elektronikaufbau Prototyp



Repeater Elektronikaufbau Höchsten



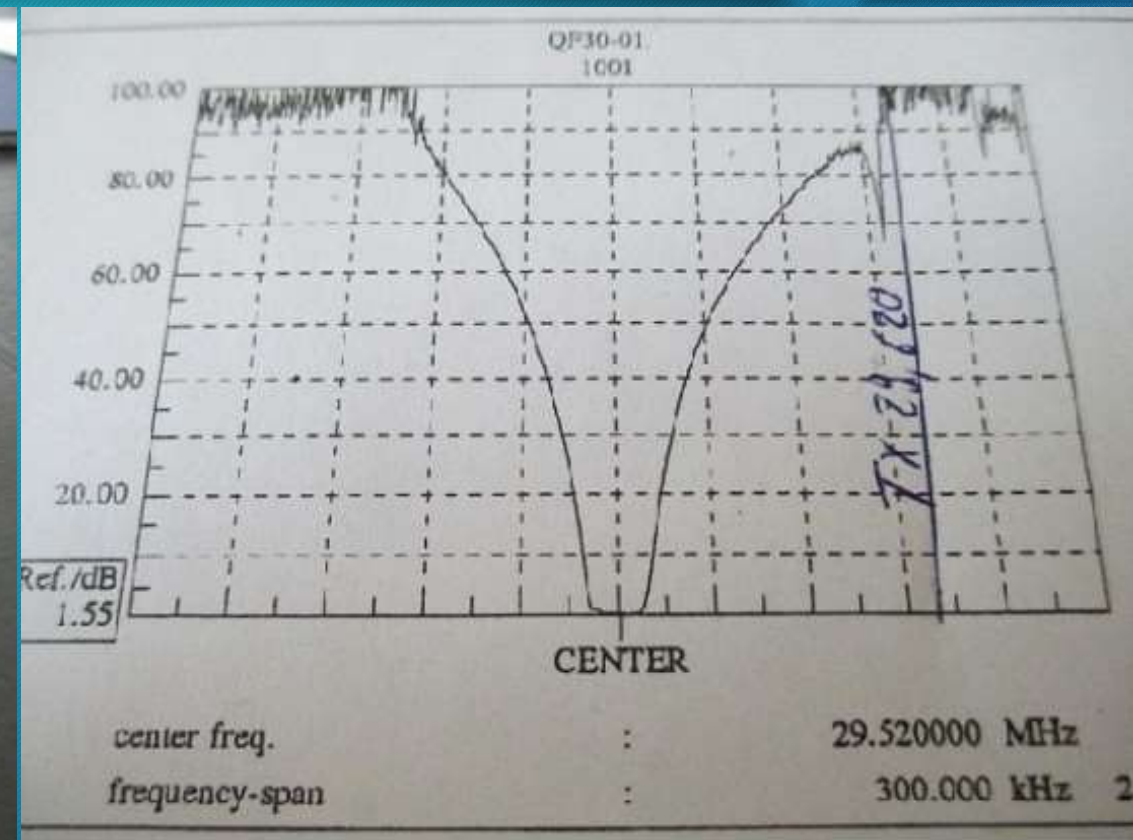
Aktueller Stand des Relais 1

- Relais läuft seit mitte Juni 2021 auf dem Höchsten
- Antenne: Vertikal Rundstrahler $\frac{1}{2}$ Lambda in ca. 12m Höhe
- Sendeleistung Transceiver: 35Watt (real an der Antenne 10 Watt)
- Filter: 3 Töpfe im Sendezweig und 3 Töpfe im Empfangszweig
- Sender: President Richard

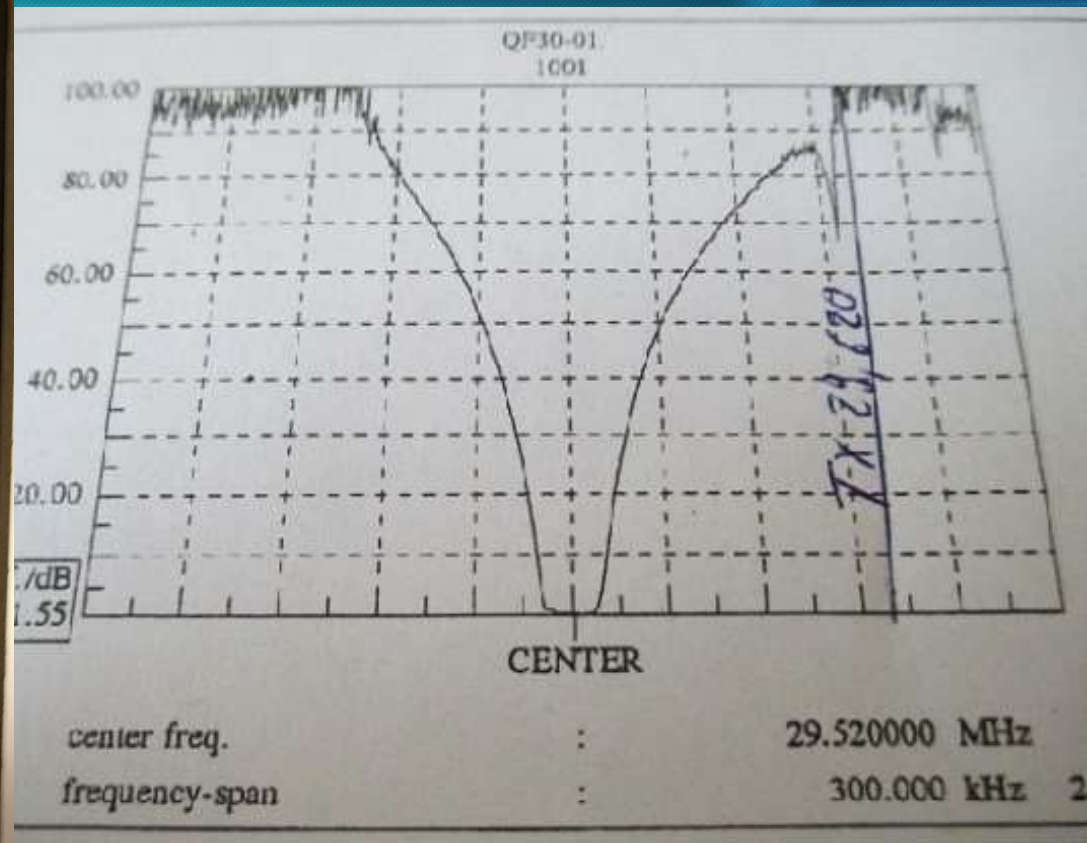
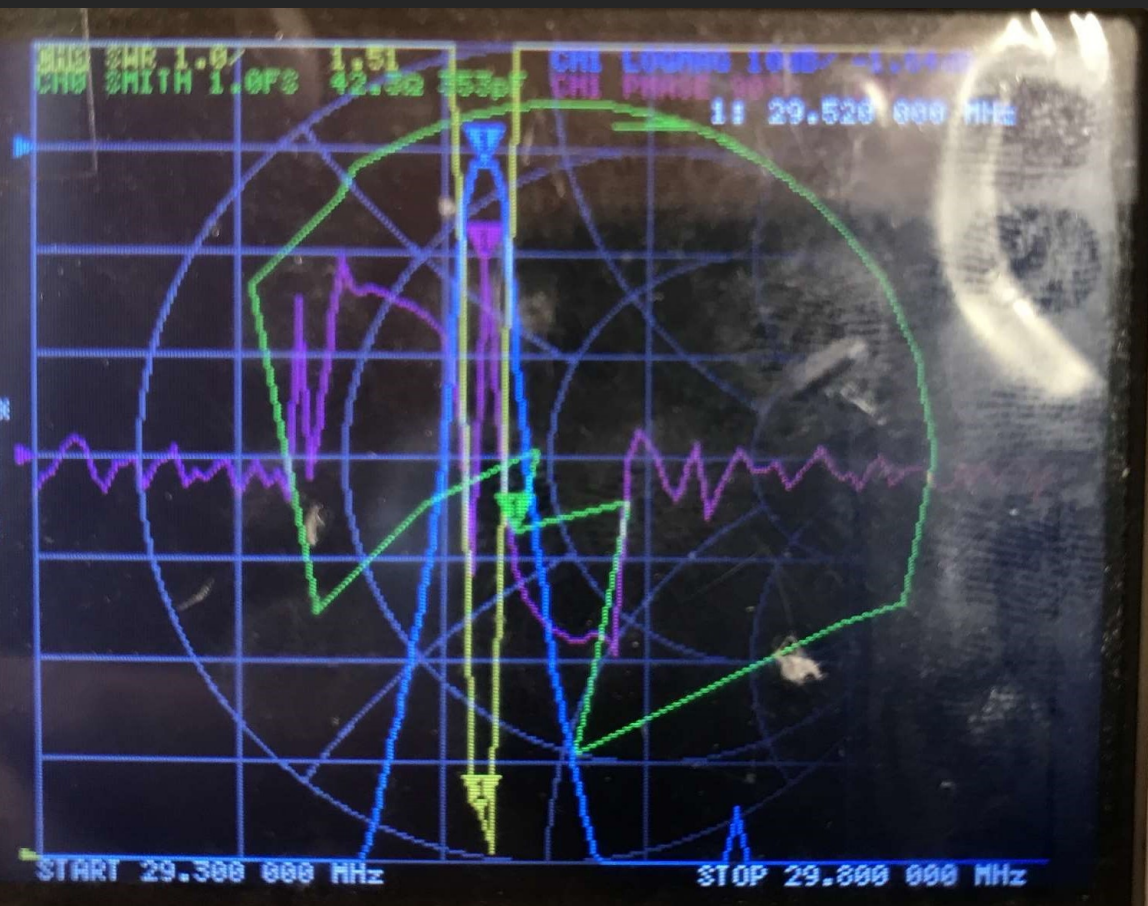
Aktueller Stand des Relais 2

- Empfänger Transverter 10m auf 2m + Duobander Alinco AL22 mit schaltbarem Vorverstärker am Empfängereingang 12 dB
- Quarzfilter im Empfangskreis mit Bandbreite 30Khz bei ca. 70dB
- Eingangsempfindlichkeit bei $3\mu\text{V}$, Rauschsperrre aktuell bei ca. $30\mu\text{V}$
- Steuerung RPTC-1 polnische Herkunft (Trägergesteuert)
- NF-Filterung und Squelschauswertung homemade LP nach CQ-DL 12/2000

Quarzfilter wurde gekauft



Quarzfilter wurde gekauft



Aufbau auf dem Höchsten 1



Aufbau auf dem Höchsten 2



Aufbau auf dem Höchsten 3



Aufbau auf dem Höchsten 4



Weitere Schritte / Planung

- Optimierung der Verluste und Dämpfungen
- Eventuell ersetzen des bisherigen Transverters auch durch ein CB-Funk President Richard oder Eigenbausender mit Endstufe
- Eventuell Verbesserung der Steuerung (Quaselsperre in Sender)
- Test eines Empfangsseitigen 70cm Zugangs
- Reduzierung des Stromverbrauchs aktuell ca. 0,7 A bei 12V Standbay
- Längere Antenne (5/8 oder 6/8) und höher über Grund
- Versuche mit getrennter Send und Empfangsantenne

Kostenabschätzung bisher

- President Richard 1* 250,- Euro = 250 Euro (real 2*250,- Euro)
- Kupferrohre 6* 30,- Euro = 180,- Euro
- Weitere Kupferplatten für Bodenteile 2*30,- Euro = 60,- Euro
- N- Koaxverbinder und T-Glieder, Kabel mit Stecker ca. 250,- Euro
- Kleinteile und Sonstiges ca. 100,- Euro
- Steuerung RPTC-1 ca. 120,- Euro
- Quarzfilter 500,- Euro
- Aktuell liegen wir bei ca. 1500,- Euro für das komplette Relais

Dankeschön an:

- DL4GP für das Ausleihen seines Yeasu TRX und den Rundstrahler für die ersten Versuche und das recherchieren im WWW für verschieden Komponenten
- DL1YP für das zu Verfügungstellen des Transverters KW/2m
- Schempp KG für die Dachrinnen Rohre verzinkt (9 Rohre a 2m)
- DG8GAA für das Douband Alinco, für die Steuerplatte Squelchsteuerung und NF-Aufbereitung, 19“Rack usw.

Sonstige Literatur Quellen

- Repeaterbuilder (Buch aus USA oder online)
- Online Block von Mike (australischer Funkamateuer)
- Weitere WEB-Seiten und Blocks aus dem WWW

Abschluß

- Durch diesen Eigenbau konnten wir die Kosten für das Relais sehr niedrig halten
- Kauf eines Repeaters mit Weiche käme sicherlich in den Bereich von ca. 3000 bis 10000,- Euro kommt.
- Vielen Dank an die Unterstützung und das Vertrauen der ARGH
Vorstandschaft
- 73/55 DG8GAA

Aktuelle Meldungen von Relais Usern

- Mehrere Verbindungen in Europa, England, Spanien, Polen usw.
- Reichweite Bodenwelle ähnlich 2m Relais mehrere Raporte
- Empfindlichkeit wurde mit VV und Rauschsperrung gedrosselt da es örtliche Störungen gibt mit S9 mal mehr mal weniger.
- Sendeleistung Relais aktuell 10 Watt
- Wenn das Relais mit S5 empfangen wird benötigt man aktuell ca. 30 Watt bei S9 und mehr ca. 5 Watt um über den Repeater zu arbeiten, bei voller Empfindlichkeit aktuell 1/3 von oben.

Informationen zu Nachbarrelais auf 10m

- Alternative Relais in unserem Raum
- DF0PU 29.620 mit 10 Watt auf 833m über NN (Höchsten)
Trägergesteuert
- HB9HD 29.650 mit 100Watt auf 3000m über NN
(FronAlpstock/Hoch Ybrig) Zeitweise Trägergesteuert und
CTCSS 71,9Hz
- DB0RAB 29.630 mit 60 Watt auf dem Raichberg/ Rossberg mit
CTCSS 123 Hz zu öffnen und dauernd senden