

PicATUBmini QRP-Antennentuner
mit bistabilen Relais
HW Version 1.01

Andreas Lindenau DL4JAL

26. September 2024

Zusammenfassung

Der „PicATUBmini“ ist eine Abwandlung vom „PicATU20B“. Der Tuner „PicATU20B“ sollte etwas verkleinert werden, was auch gelungen ist. Dennoch sollten so viele Funktionen wie möglich aus dem „PicATU20B“ übernommen werden. Das große LCD-Display 2x16 Zeichen wurde durch ein kleines OLED 0,96 Zoll-Display ersetzt. Die Bedienung mit einer Taste und Drehgeber mit Taste ist geblieben.



Hier ist der erste Musteraufbau des PicATUBmini zu sehen. Nach der Anpassung an die Antenne kann der PicATUBmini aus geschaltet werden. Durch den Einsatz von bistabilen Relais bleibt die gefundene Einstellung auch im ausgeschalteten Zustand erhalten. Nach PowerON wird wieder die letzte Frequenz mit der letzten Einstellung geladen.

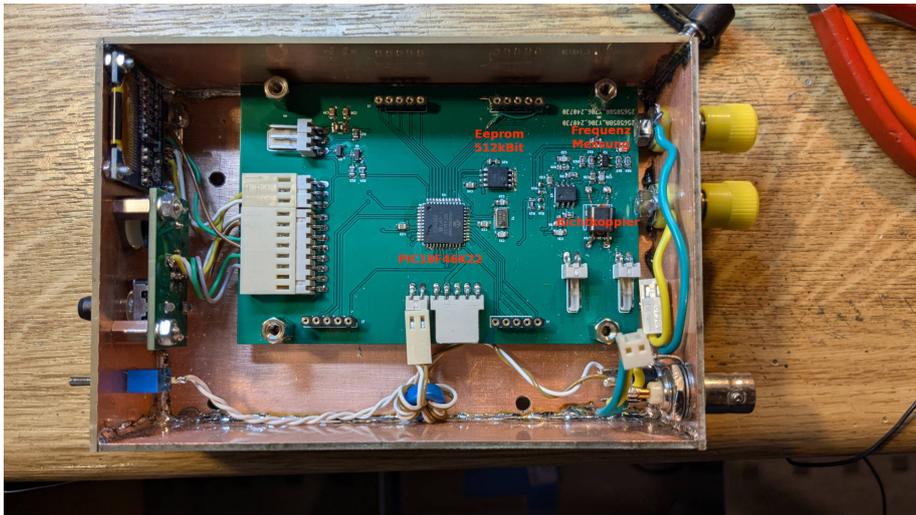
Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau des Tuners	2
1.1	Baugruppen	3
1.1.1	„mc_rk.v1.01“, Steuerplatine mit Richtkoppler usw...	3
1.1.1.1	Der Richtkoppler und die Frequenzmessung auf der Platine	5
1.1.1.2	Der Massenspeicher auf der Platine	6
1.1.1.3	Die Ansteuerung der bistabilen Relais	6
1.1.1.4	Die Steckverbinder der Platine	7
1.1.2	„mc_rk.v1.02“, Steuerplatine Änderung	10
1.1.3	„mc_rk.v1.02“, Relais für Match-HF-Attenuator	11
1.1.4	„lc.platine“, Platine mit Relais, L-, C-Glied und LC-Variante	11
1.1.4.1	Die Steckverbinder der Platine	14
1.1.5	„bedienteil“, Platine mit Drehgeber und Taste	16
1.1.6	„OLED 0,96 Zoll“, Display für die Anzeige	17
1.2	Das „HF-schwimmende“ LC-Glied mit der Mantelwellensperre	17
1.2.1	Aufbau der Mantelwellensperre	18
1.2.2	Messungen mit NWT2.0	18
1.3	Das Gehäuse des PicATUBmini	19
1.3.1	Die Verbindung beider Platinen	22
2	Inbetriebnahme	23
2.0.1	Funktionskontrolle OLED-Display	23
2.0.2	Funktionskontrolle Drehgeber, Taste	23
2.0.3	Funktionskontrolle der Relais	23
2.0.4	Überprüfung des LC-Gliedes	24
2.0.5	ERMitteln der Rest-Kapazität und Rest-Induktivität des LC-Gliedes	26
2.0.6	Funktionskontrolle des Richtkopplers	27
2.0.7	Der PicATUBmini ist fertig	28
3	Schlusswort	29

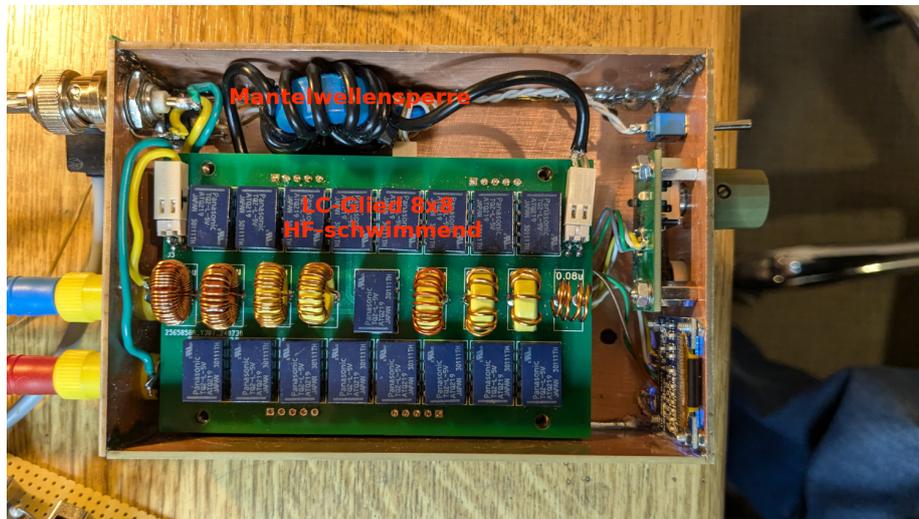
Kapitel 1

Aufbau des Tuners

Der gesamte Tuner besteht aus 2 Platinen, die aufeinander gesteckt werden. Das OLED-Display und die Bedienelemente werden mit PSK 254 Stecker angesteckt.



Die Platine mit Richtkoppler, Mikrocontroller usw. Die LC-Platine wird auf diese Platine aufgesteckt. Über die 4x 5-poligen Buchsen werden die Relais direkt vom Pic18F46K22 angesteuert und geschaltet. Das sind alles bistabile 5V Relais mit einer Wicklung.



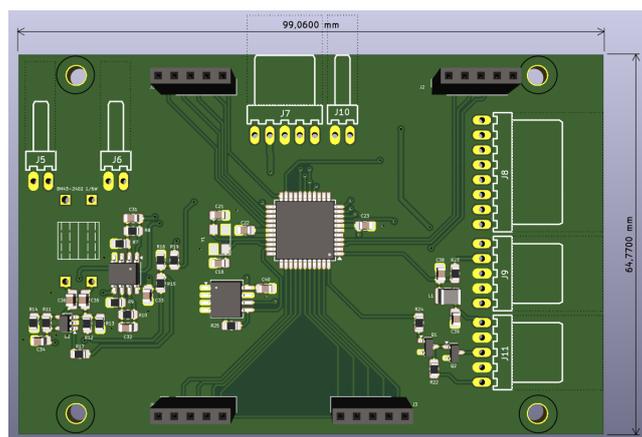
Hier die aufgesteckte LC-Platine. Die Cs sind unter der Platine in SMD/500V Ausführung. Das LC-Glied hat keine Verbindung zur Masse. In Verbindung mit der Mantelwellensperre ist es somit möglich auch symmetrisch arbeitende Antennen anzupassen.

1.1 Baugruppen

Als erste Baugruppe beschreibe ich die Platine „mc_rk_v1_01“. Auf diese Platine wird die Baugruppe mit dem L/C-Glied aufgesteckt und verschraubt.

1.1.1 „mc_rk_v1_01“, Steuerplatine mit Richtkoppler usw...

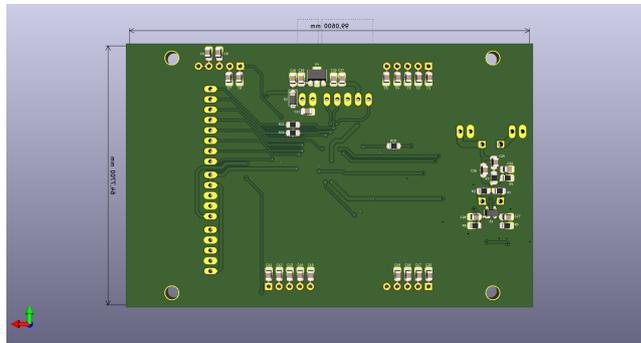
Auf der „Steuerplatine“ ist alles untergebracht, was für die Funktionen des PicATUBmini benötigt wird.



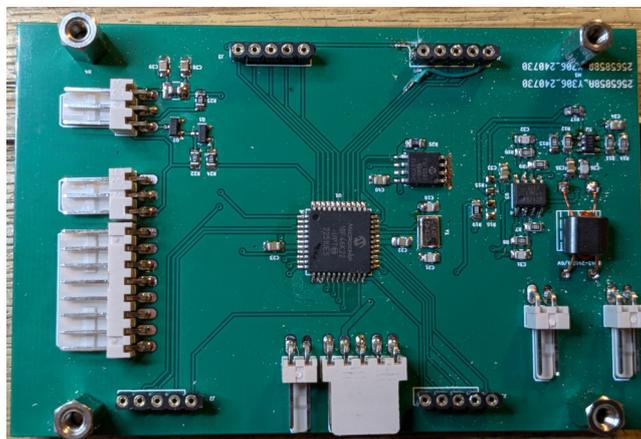
Die 3D-Ansicht, von Kicad erzeugt. Platine von oben.

Mit **J5** wird die Verbindung zur Koaxbuchse hergestellt. Ich habe ein ganz kurze Verbindung und deshalb gleich zwei Litzen $0,5\text{mm}^2$ verwendet. Die HF läuft

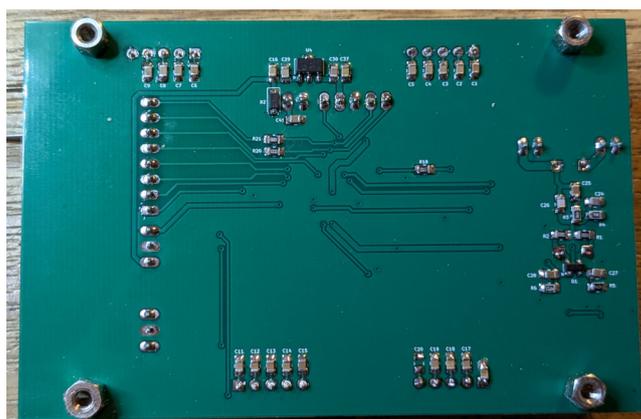
durch den Richtkoppler zur Steckerbuchse **J6**. An J6 wird die Mantelwellensperre angesteckt.



3D Ansicht aus Kicad. Platine von unten.

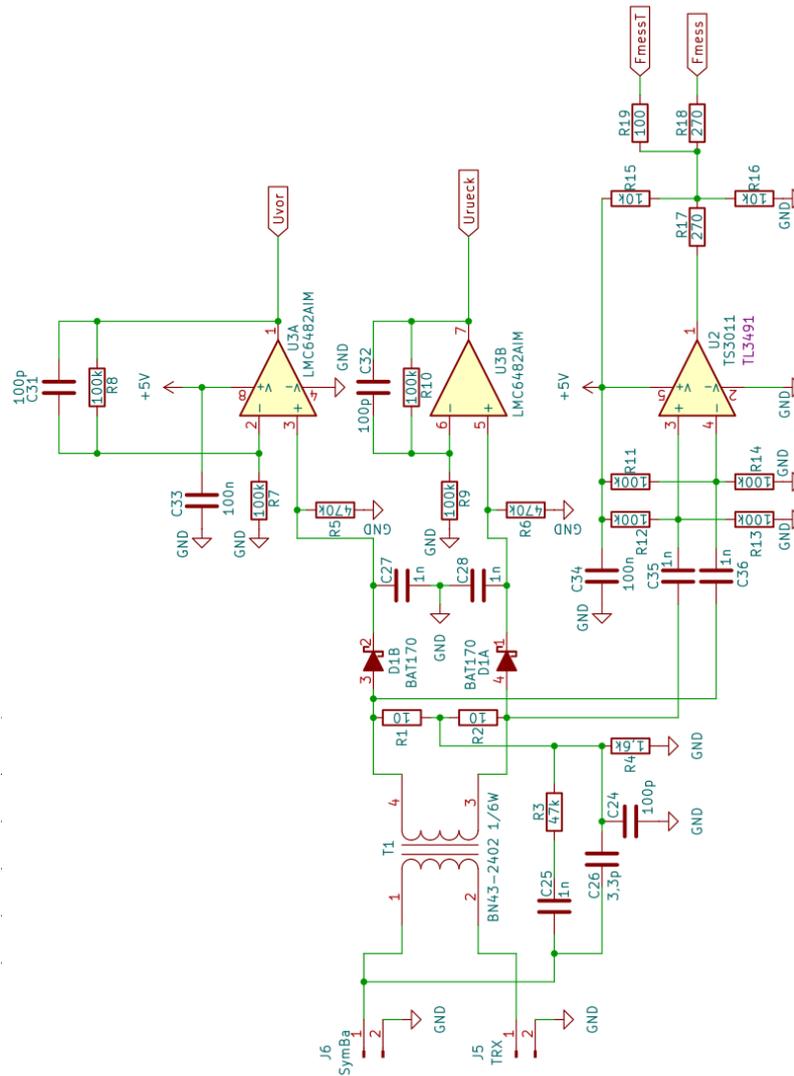


Der erste Musteraufbau der Steuerplatine. Ansicht von oben. Auf der Platine waren noch einige Fehler, die jetzt behoben sind.



Der erste Musteraufbau der Steuerplatine. Ansicht von unten.

1.1.1.1 Der Richtkoppler und die Frequenzmessung auf der Platine



Als erstes das Schaltbild des Richtkopplers. Um den Stromverbrauch gering zu halten bin ich wieder auf die Auswertung mit Dioden zurück gegangen. Das ist ein Rückschritt im Vergleich mit dem PicATU20B, wo ich zwei AD8307 verwendet habe.

Ziel war, dass die Abstimmung/Anpassung schon mit etwa 0,5 Watt Sendeleistung funktioniert. Das Schaltbild habe ich von Helmut, DL2AVH übernommen. Die Spannungen vom Vorlauf und Rücklauf werden mit Schottkydioden ausgewertet. Diese haben eine sehr geringe Schleusenspannung (etwa 0,3V). Mit dem **OPV LMC6482 U3** wird die Messspannung gepuffert und zusätzlich auf maximal 5Volt begrenzt. Betriebsspannung des U3 beträgt 5V. Eine größere Austeuerung ist nicht möglich.

Der Doppellochkern BN43-2402 erhält auf der Messseite 6 Windungen mit

dünnen Kupferlackdraht und 1 Windung mit etwas stärkeren Kupferlackdraht etwa 0,5mm². Beide Stärken weiß ich jetzt nicht mehr so genau.

U2 TS3011 ist für die Aufbereitung der Frequenzmessung. *U2* ist ein sehr schneller Komperator. Der Ausgang des Komperators *U2* führt zum Schmitttrigger-Eingang des PIC18F46K22, der Frequenzmessung. Diese Schaltung funktioniert noch besser als meine Lösung im PicATU20B ...

1.1.1.2 Der Massenspeicher auf der Platine

Für die Speicherung der Antennen-Anpassungen habe ich eine **Eeprom 24LC512 U5** vorgesehen. Da diese IC's nie kaputt gehen wurde auch hier eine SMD-Ausführung verwendet und fest eingelötet.

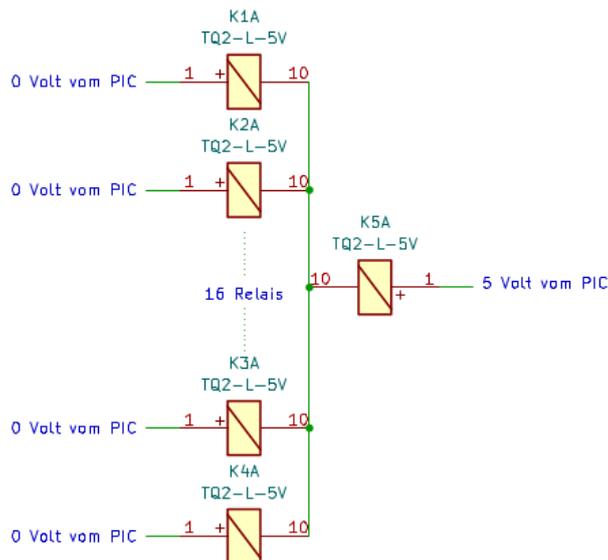
1.1.1.3 Die Ansteuerung der bistabilen Relais

Die Ansteuerung der Relais auf der LC-Glied-Platine erfolgt direkt vom PIC18F46K22 aus. Das ist eine sehr sparsame Lösung und funktioniert ohne Probleme. Es werden keine zusätzlichen Treiber benötigt.

Damit keine Hochfrequenz in den PIC18F46K22 gelangt ist jedes Pin mit 10nF abgeblockt (C1 bis C9 und C11 bis C20).

Von jedem Relais führt nur Pin1 des Relais zum PIC18F46K22. Alle Pin10 der Relais sind nur alle miteinander verbunden und haben keine Verbindung zum PIC18F46K22. Das verwirrt etwas. Wie werden dann die Relais umgeschaltet? Die Lösung ist ganz simpel.

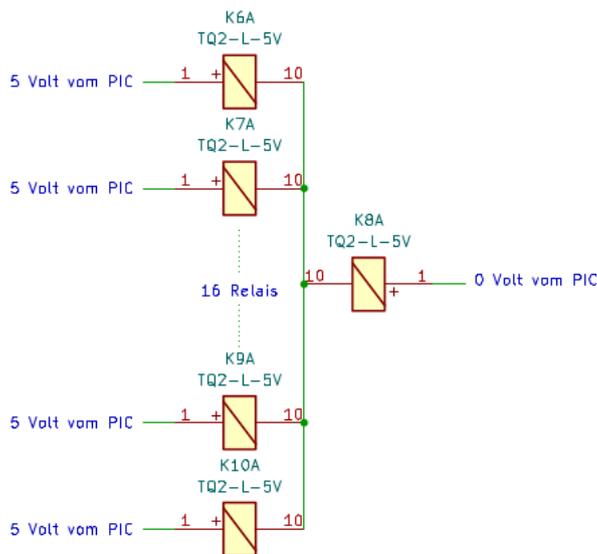
Relais EIN



Möchte ich das Relais KC3 auf EIN schalten, werde alle Pin1 der Relais mit dem PIC auf 5V gesetzt. Anschließend Pin1 von KC3 auf 0V für 10 mSekunden. Das

reicht aus, dass das Relais KC3 schaltet. KC3 ist für 10 mSek in Reihe mit den restlichen Relais, die selbst wieder alle parallel geschaltet sind. Die Parallelschaltung erfolgt sinnbildlich über die Pins des PIC18F46K22.

Relais AUS



Soll das Relais KC3 wieder auf AUS geschaltet werden wird umgepolt. Alle Pin1 der Relais auf 0V. Anschließend Pin1 von KC3 auf 5V für 10 mSekunden und das Relais schaltet wieder zurück.

Der Nachteil diese Verfahrens ist, dass jedes Relais nur einzeln geschaltet werden kann. Anders geht es nicht. Zeitlich brauche ich in der SW etwa 20 mSek für jedes Relais. Das sind in einer Sekunde 50 Schaltvorgänge. Das ist doch ziemlich flott.

1.1.1.4 Die Steckverbinder der Platine

J1, J2, J3 und J4, Verbindung zur LC-Glied-Platine Das sind die 5-poligen Präzisionsbuchsen für die Verbindung zur LC-Glied-Platine. Für die Steckverbindung zur LC-Platine J1, J2, J3 und J4 habe ich Präzisionsbuchsenleisten verwendet. Diese sind bei Reichelt erhältlich.

BKL 10120834 Präzisionsbuchsenleiste 32-pol. Vergold.

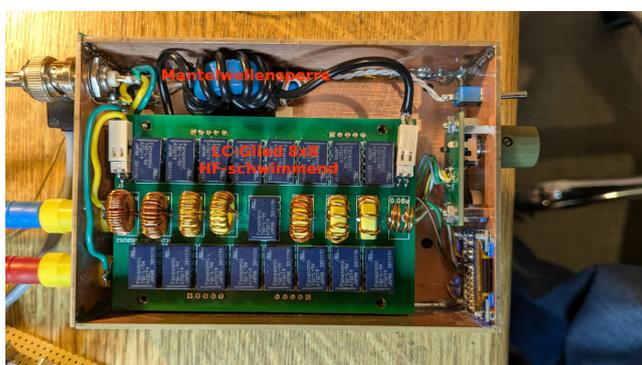


J5, Verbindung zur Koaxbuchse (BNC) J5 ist eine abgewinkelte Version der PSS 254 Steckerbuchsen. Mit J5 wird die Verbindung zur Koaxbuchse des Tuners hergestellt. Da die Verbindung nur ganz kurz ist habe ich 2x Litze 0,5mm² verwendet.

1. HF-Signal
2. GND, Masse

J6, Verbindung zur Mantelwellensperre An J6 wird direkt die Mantelwellensperre angesteckt. In diesem Tuner habe ich keinen QRP-SymBa verwendet, sondern nur einen Ringkern mit etwa 12 Windungen mit RG174 Koaxkabel als Mantelwellensperre.

1. HF-Signal
2. GND, Masse



Die Mantelwellensperre ist oben zu sehen.

Den Ringkern habe ich bei Bürklin bestellt.

	Ringkern, N30, 4620 nH, ±25 %, Außen-Ø 25.3 mm, Innen-Ø 14.8 mm, (H) 11 mm	10 Stk.	1,8921 €
		50 Stk.	1,6660 €
		500 Stk.	1,3209 €
		1000 Stk.	1,2376 €
		2000 Stk.	1,1424 €
	Bestellnr.: 84D220		
	Hersteller: EPCOS		
	Hersteller-Nr.: B64290L0618X830		

Hier die Bestellinformation bei Bürklin.

J7, Programmer Dieser Stecker hat ab FW Version 1.08 eine weitere Funktion. Hier kann ein zusätzlicher Relais angeschlossen werden für eine HF-Attenuator der immer bei jedem Match-Vorgang aktiv wird.

Hier die Belegung des Steckerbuchse für den Programmer:

1. RB6/PGC
2. RB7/PGD
3. GND
4. 5 Volt
5. MCLR/VPP

Die Belegung wenn ein monostabiles Relais 5 Volt angeschlossen wird. RB6 und RB7 schalten gemeinsam das Relais.

1. RB6, Relais Pin A Spule
2. RB7, Relais Pin A Spule
3. GND, Relais Pin B Spule
4. frei
5. frei

Die Belegung wenn ein bistabiles Relais 5 Volt angeschlossen wird:

1. RB6, Relais Pin A Spule
2. RB7, Relais Pin B Spule
3. frei
4. frei
5. frei

Ob ein monostabiles Relais geschaltet wird oder ein bistabiles Relais hängt von der Einstellung im „SETUP, Match Atten.“ ab.

J8, Pins Diese Steckerbuchse ist 8-polig und als Verbindung zum OLED-Display, Drehgeber und Taste. Die Pins sind von PORTB habe ich komplett heraus geführt um flexibel zu sein. Bis weiss ich noch nicht wie ich die Bedienung aussieht, wenn der Tuner in den QMX+ eingebaut wird.

1. RB0, verbunden mit Bedien-Platine Drehgeber Impulse
2. RB1, verbunden mit Bedien-Platine Drehgeber Richtung
3. RB2, verbunden mit OLED SCL
4. RB3, verbunden mit OLED SDA
5. RB4, verbunden mit Bedien-Platine Drehgeber Taste
6. RB5, verbunden mit Bedien-Platine Einzeltaste
7. RB6, frei
8. RB7, frei

J9, SV für Bedienung 5-poliger Stecker für die Stromversorgung und Masseverbindungen. GND wird für die Bedien-Platine und OLED-Display benötigt.

1. +12 Volt
2. GND Masse 0 Volt
3. GND Masse 0 Volt
4. +5 Volt
5. +5 Volt

J10, SV Stromversorgung des Tuners

1. 6V bis max 16V. Vorzugsweise 12V
2. Masse, GND

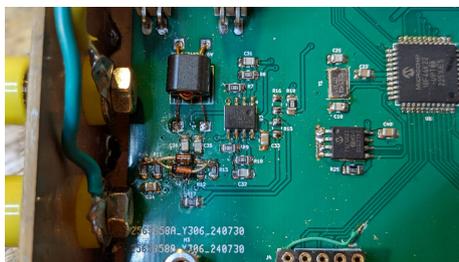
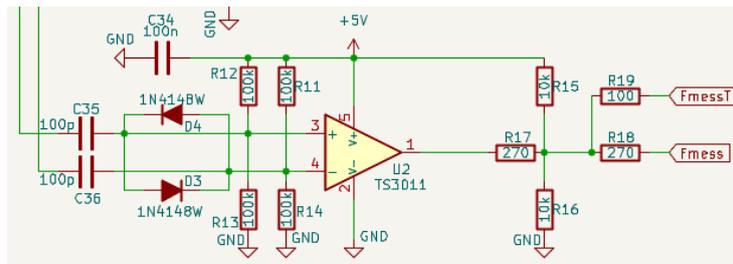
Ich habe 2 0,14mm² als Verbindung genommen und zur „HF-Vernichtung“ beide Litzen auf einen kleinen RK10 Ringkern gewickelt. Erhältlich bei Reichelt „RIK 10 Ringkern aus Ferroxcube, N30“.

J11, RS232 TRX Dieser 5-polige Stecker ist für die Verbindung zum TRX-Cat für die Frequenzinformation vom TRX. Es kann die unterschiedlichste HW-Angeschlossen werden. Ich nutze nur den TTL-Pegel direkt, als Kopplung mit meinem TRX-PicAStar.

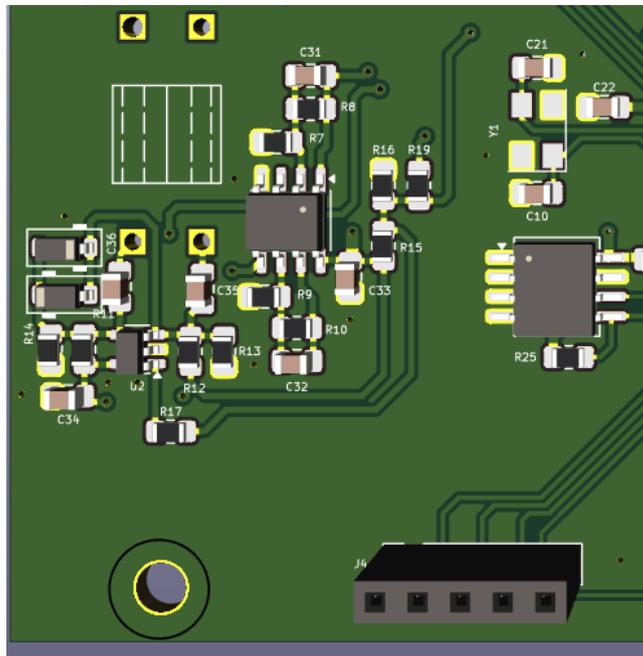
1. +5V, für RS232 IC oder USB IC
2. Masse, GND
3. TX TTL Signal vom PIC, Open-Drain-Output
4. Masse, GND
5. RX TTL Signal zum PIC

1.1.2 „mc_rk_v1_02“, Steuerplatine Änderung

Ich habe an der Frequenzmessung noch eine HW-Änderung vorgenommen. Die Kondensatoren C35, C36 1nF habe ich auf 100pF verringert und zusätzlich 2 anti parallele Dioden 1N4148W eingelötet. Die Frequenzmessung ist trotzdem noch sehr empfindlich und funktioniert von 0dBm bis +40dBm einwandfrei.



Ich habe die beiden Dioden auf der einen Seite an R12, R13 angelötet und die andere Seite an R11, R14.



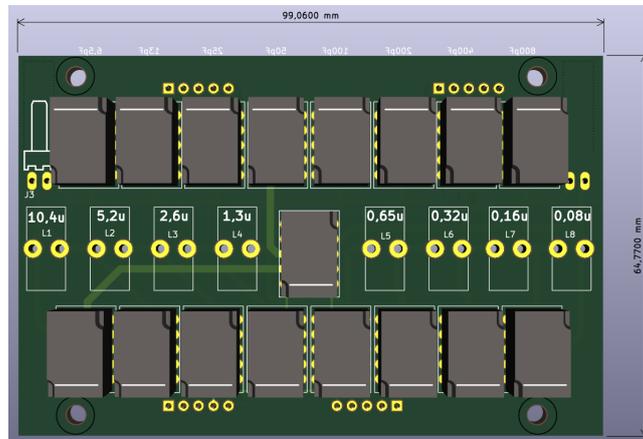
So sieht das auf dem neuen Layout HW 1.02 aus. Links, etwa Mitte, die 2 Dioden 1N4148.

1.1.3 „mc_rk_v1_02“, Relais für Match-HF-Attenuator

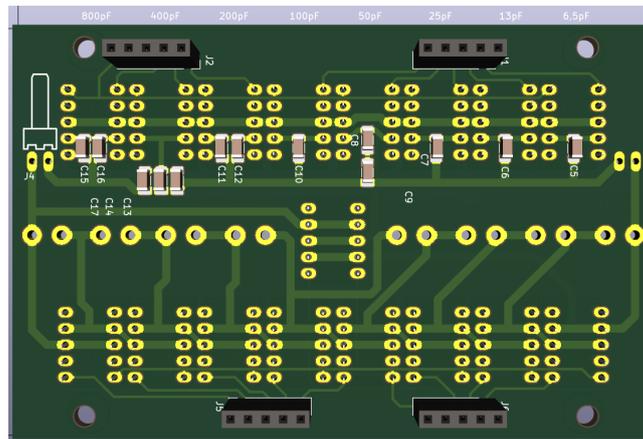
Ab der FW 1.08 kann mit ein zusätzliches Relais automatisch bei jedem Match-Vorgang ein HF-Dämpfungsglied eingeschleift werden. Da sinkt zwar der HF-Pegel etwas ab, was ungünstig für das Suchen der Anpassung ist, aber empfindliche PA's werden geschont, da das SWR nicht so stark schwankt. Wie das Relais angeschlossen wird ist in Kapitel 1.1.1.4 auf Seite 8 nachzulesen. Im SETUP kann man den Relais-Typ einstellen oder den *Match-HF-Att.* deaktivieren.

1.1.4 „lc_platine“, Platine mit Relais, L-, C-Glied und LC-Variante

Auf dieser Platine befinden sich 17 bistabile Relais. 8 Relais sind für das C-Glied, 8 Relais sind für das L-Glied und 1 Relais sind für das Umschalten der L/C-Variante hochohmig/niederohmig vorgesehen.



In der Mitte werden die 8 Induktivitäten eingelötet. Das Relais für die LC-Umschaltung befindet sich auch in der Mitte. 3D Ansicht aus Kicad.



Auf der Unterseite sind die Kondensatoren mit 500V Spannungsfestigkeit zu finden. Teilweise wird ein Wert mit mehreren Kondensatoren gebildet. 3D Ansicht aus Kicad.

Ansichten der Platine in 3D-Darstellung sind mit Kicad erzeugt.

Die binären Glieder L und C

Das L-Glied besteht aus 8 Induktivitäten in binärer Aufteilung. Das ergibt eine einstellbare Induktivität von 0 uH bis fast 20,8uH in 255 Schritten. Die Auflösung beträgt 0,08uH.

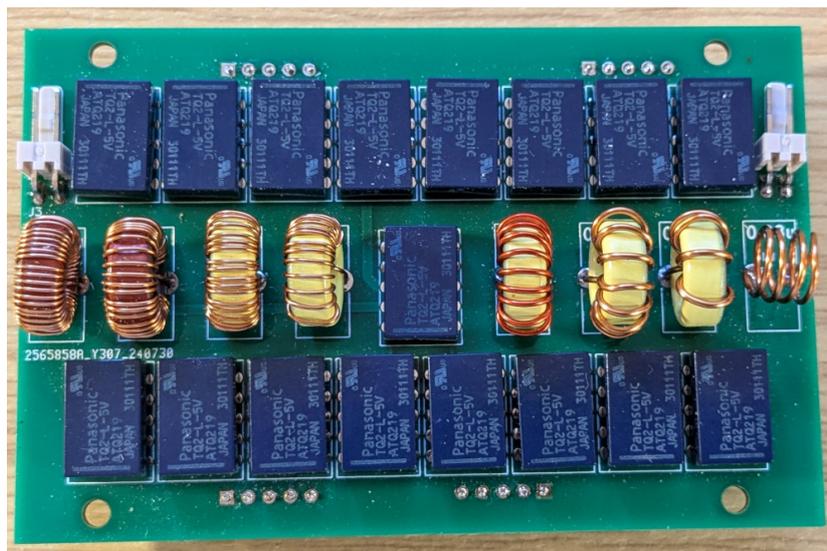
Das C-Glied besteht aus 8 Kapazitäten in binärer Aufteilung. Das ergibt eine einstellbare Induktivität von 0 pF bis fast 1600pF in 255 Schritten. Die Auflösung beträgt 6,5pF.

Die Aufteilung der Glieder ist wie folgt:

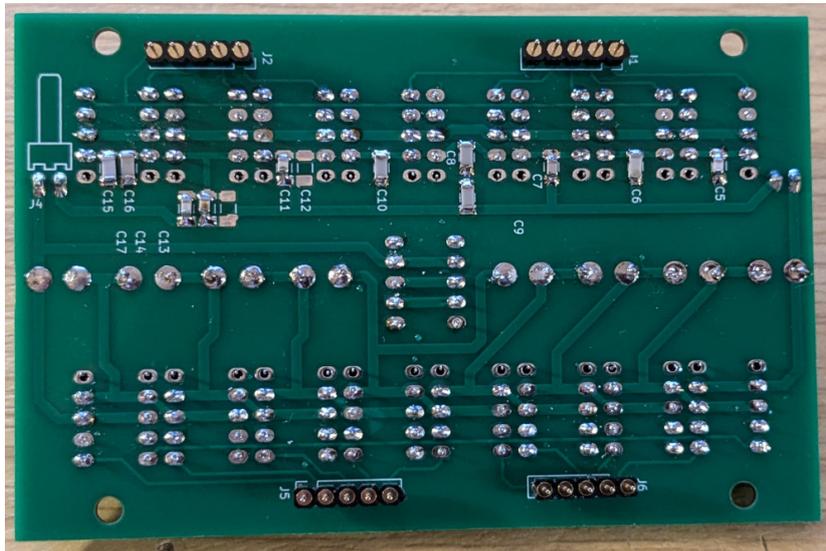
- 80nH, 160nH, 320nH, 640nH, 1,3uH, 2,6uH, 5,2uH und 10,4uH.
 - 80nH Luftspule D=8mm 4 Windungen Cu 0,8mm
 - 0,16uH Ringkern T-50-6 gelb, 6 Windungen Cu 0,8mm

- 0,32uH Ringkern T-50-6 gelb, 9 Windungen Cu 0,8mm
 - 0,65uH Ringkern T-50-6 gelb, 13 Windungen Cu 0,8mm
 - 1,3uH Ringkern T-50-6 gelb, 18 Windungen Cu 0,5mm
 - 2,6uH Ringkern T-50-6 gelb, 25 Windungen Cu 0,5mm
 - 5,2uH Ringkern T-50-2 rot, 33 Windungen Cu 0,5mm
 - 10,4uH Ringkern T-50-2 rot, 46 Windungen Cu 0,4mm
- 6,4pF, 12pF, 25pF, 50pF, 100pF, 200pF, 400pF und 800pF.

Alle Induktivitäten habe ich mit dem LC-Messgerät ausgemessen! Die Angaben der Ringkerne und Anzahl der Windungen sind auch im Schaltplan zu sehen. **Die Windungszahlen sind mit dem Ringkernrechner berechnet** und stimmen aber nicht ganz. Meistens sind es weniger Windungen. Die Kapazitäten haben mindestens 500 Volt Spannungsfestigkeit **Die Kapazitäten haben mindestens 500 Volt Spannungsfestigkeit.** Vorgesehen habe ich für die Kapazitäten eine Baugröße SMD 1206. Aber auch SMD 0805 geht einzulöten. Einige Werte werden aus mehreren Kondensatoren zusammen gesetzt. Wie zum Beispiel die 800pF sind zusammDie Kapazitäten haben mindestens 500 Volt Spannungsfestigkeiten gesetzt aus 470pF und 330pF.



Die LC-Glied-Platine von oben.



Die LC-Glied-Platine von unten. Zu sehen sind die SMD-Kondensatoren 500V.

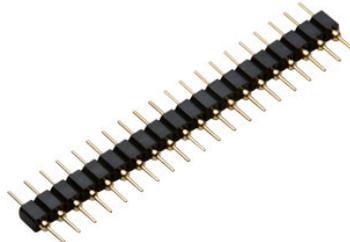
Die LC-Variante

Das LC-Glied ist umschaltbar, in hochohmig und niederohmig. Einmal das C-Glied gegen HF-Masse an der Antenne oder am TRX. Das ist nicht so komfortabel wie in meinen anderen Tunern. Aber dadurch konnte ich die Größe des Tuners stark reduzieren.

1.1.4.1 Die Steckverbinder der Platine

Für die Steckverbindung zur *gemeinsamen Grundplatine* habe Präzisionsstiftleisten verwendet. Diese sind bei Reichelt erhältlich.

BKL 10120540 Präzisions-Stiftleiste 40 polig, 2,54mm



J1, Verbindung zur Grundplatine Bestehend aus einer 5 polige Präzisions-Stiftleiste.

1. Relais KC1
2. Relais KC2
3. Relais KC3
4. Relais KC4
5. Relais KC5

J2, Verbindung zur Grundplatine Bestehend aus einer 5 polige Präzisions-Stiftleiste.

1. Relais KC6
2. Relais KC7
3. Relais KC8
4. Relais KC gemeinsam
5. Relais KC gemeinsam

„KC gemeinsam“ sind von allen Relais der verbundene zweite Pol (Pin10 des Relais).

J3, Antennenanschluß Aus Platzgründen habe ich eine abgewinkelte Stiftbuchse genommen. Hier wird die Antenne angeschlossen. Es sind sowohl unsymmetrische Antennen als auch symmetrisch arbeitende Antennen erlaubt. Beides funktioniert. Die „Mantelwellensperre“ verhindert ein zurück fließen der HF zum TRX.

1. die durchgehende Verbindung zu J4, Pin 2.
2. das geschaltete LC-Glied

Eigentlich ist es egal wie die Antenne angeschlossen wird. Die „Mantelwellensperre“ macht das LC-Glied „HF schwimmend“. Beide Pole sind also HF-heiß.

J4, Steckverbindung SymBa Aus Platzgründen habe ich eine abgewinkelte Stiftbuchse genommen.

1. die Seele des RG174 von der Mantelwellensperre.
2. der Schirm des RG174 von der Mantelwellensperre.

Nach der „Mantelwellensperre“ ist das LC-Glied „HF schwimmend“. Beide Pole sind also HF-heiß.

J5, Verbindung zur Grundplatine Bestehend aus einer 5 polige Präzisions-Stiftleiste.

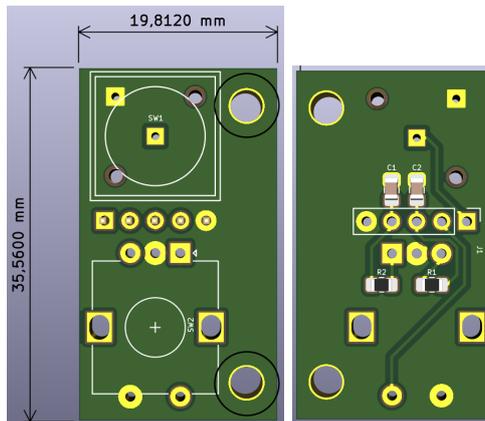
1. Relais KL1
2. Relais KL2
3. Relais KL3
4. Relais KL4
5. Relais KL5

J6, Verbindung zur Grundplatte Bestehend aus einer 5 polige Präzisions-Stiftleiste.

1. Relais KL8
2. Relais KL7
3. Relais KL6
4. Relais KLC1
5. Relais KL gemeinsam

„KL gemeinsam“ sind alle Relais KL und KLC der zweite Pol (Relais PIn10). Dieser Pol ist mit KC-gemeinsam auf der „mc_rk_v1.01, Steuerplatine“ verbunden.

1.1.5 „bedienteil“, Platine mit Drehgeber und Taste



Auf der kleinen Platine befinden sich nur der Drehgeber, die Einzeltaste und 4 Bauelemente zur Entprellung des Drehgebers. Die 5-polige Verbindung zur „mc_rk_v1.01, Steuerplatine“ erfolgt mit Litze $0,14\text{mm}^2$.

Die Verbindungspins auf der Platine

Ich habe die Litzen direkt angelötet und mit einem 5-poligen Stecker an die *mc_rk_v1.01, Steuerplatine* angesteckt.

1. Einzeltaste, wird verbunden mit J8, Pin 6, RB5
2. Drehgeber Taste, wird verbunden mit J8, Pin 5, RB4
3. Drehgeber Drehrichtung, wird verbunden mit J8, Pin 2, RB1
4. Drehgeber Impulse, wird verbunden mit J8, Pin 1, RB0
5. GND, wird verbunden mit J9, Pin 2, GND Masse 0 Volt

1.1.6 „OLED 0,96 Zoll“, Display für die Anzeige

Für die Anzeige habe ich ein OLED-Display eingesetzt. Das ist ein grafisches Display mit einer Auflösung von 128x64 Pixel. Das OLED-Display ist auch ziemlich preiswert zu bekommen. Das Display hat nur 4 Pins als Anschluss. Es gibt verschiedene Pin-Belegungen. **Bei manchen OLEDs ist GND und 5V vertauscht!** Also bitte darauf achten.



Das Display hat 4 Anschlüsse GND, VCC, SCL und SDA.

1. OLED GND, wird verbunden mit J9, Pin 3, GND Masse 0 Volt
2. OLED VCC, wird verbunden mit J9, Pin 5, +5 Volt
3. OLED SCL, wird verbunden mit J8, Pin 3, RB2
4. OLED SDA, wird verbunden mit J8, Pin 4, RB3



Links ist die kleinste Schrift zu sehen, 8 Zeilen mit je 21 Zeichen. Die große Schrift umfasst 4 Zeilen mit je 10 Zeichen. Ich habe noch eine mittlere Schrift programmiert, ebenfalls mit 4 Zeilen aber 14 Zeichen pro Zeile.

1.2 Das „HF-schwimmende“ LC-Glied mit der Mantelwellensperre

Da das L/C-Anpassglied im Tuner nicht symmetrisch aufgebaut ist, brauchen wir unbedingt eine Mantelwellensperre. Die Mantelwellensperre soll ein zurück fließen der HF zur Koaxzuleitung unterbinden.

1.2.1 Aufbau der Mantelwellensperre

Für die HF-Entkopplung zwischen „mc_rk.v1_01, Steuerplatine“ und „lc_platine“ reicht eine einfache Mantelwellensperre. Auf einen Ringkern Material N30 werden mit Koaxkabel/RG174 so viele Windungen wie möglich aufgebracht.

Wir brauchen einen Ringkern. Ich habe N30 Ringkerne verwendet. Erhältlich bei Bürklin, Bestellnr.: 84D220.

   	Ringkern, N30, 4620 nH, ±25 %, Außen-Ø 25.3 mm, Innen-Ø 14.8 mm, (H) 11 mm	10 Stk.	1,8921 €
	Bestellnr.: 84D220	50 Stk.	1,6660 €
	Hersteller: EPCOS	500 Stk.	1,3209 €
	Hersteller-Nr.: B64290L0618X830	1000 Stk.	1,2376 €
		2000 Stk.	1,1424 €

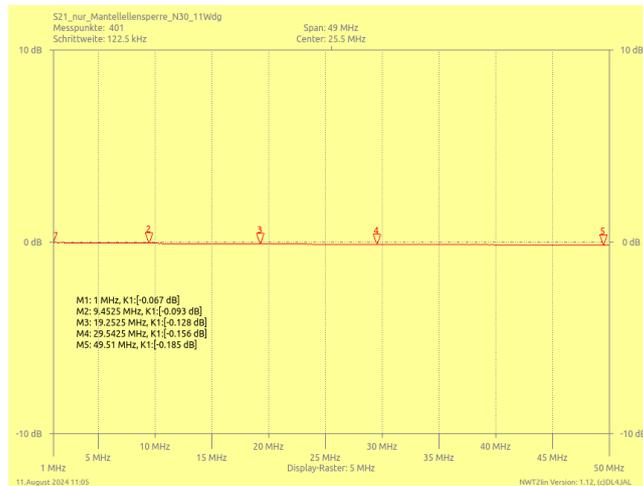
Ich habe die Induktivität gemessen und komme auf über 700uH. Die Sperrwirkung ist schon rein rechnerisch so hoch, dass sogar im 160m-Band noch eine ausreichende Entkopplung des LC-Gliedes funktioniert würde.



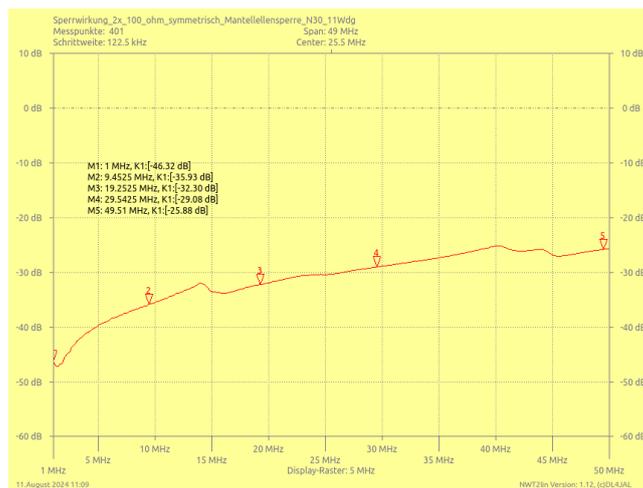
Noch einmal das Bild mit dem Innenleben des Tuners. Oben ist die Mantelwellensperre zu sehen. Sie wird einfach unten auf der „mc_rk.v1_01, Steuerplatine“ an J6 angesteckt und oben an die LC-Glied-Platine J4.

1.2.2 Messungen mit NWT2.0

Schließen wir die Mantelwellensperre an den NWT2.0 an können wir die guten Übertragungseigenschaften sehen.



Die Durchlassdämpfung ist sehr gering. Ich habe mit dem linearen Messkopf des NWT2.0 gemessen. Die Messkabel sind heraus kalibriert.



Die Sperrwirkung/Gleichtaktunterdrückung habe ich mit 2x 100Ohm Widerständen ermittelt. Eine Seite der Widerstände geht jeweils an die Seele und Schirm des RG174. Die andere Seite der Widerstände wird verbunden und geht an den Messeingang des NWT2.0. Besser wären 2 x 25Ohm, da sind wir in etwa bei der Impedanz von 50Ohm. Die Dämpfung ist so groß, dass das bei der Messung fast keinen Unterschied macht. Selbst bei 50MHz ist die Gleichtaktunterdrückung noch etwa 20dB, wenn man die Dämpfung der beiden Widerstände in etwa berücksichtigt.

1.3 Das Gehäuse des PicATUBmini

Das Gehäuse habe ich aus einseitiges Kupferbeschichtetes FR4 Platinenmaterial zusammen gelötet. Benötigt werden:

- 2x 88mm x 35mm für Vorderseite und Hinterseite.

- 2x 125mm x 35mm für die Seitenteile.
- 1x 125mm x 85mm für die Bodenplatte.
- 1x 129mm x 89mm Plexiglas 4mm stark aus dem Baumarkt.

In meinen Gehäuse passt alles gerade so rein. Platz für eine 9V Blockbatterie ist auch noch vorhanden.

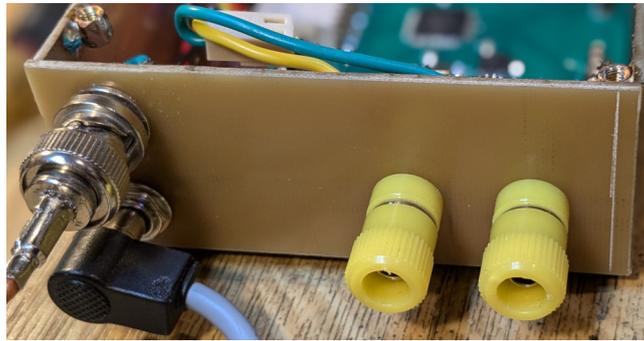


Rechts ist die 9V Blockbatterie zu sehen.

Um die Platinen so platz sparend wie möglich einzubauen muss der Antennenanschluss, „Polklemmen 4mm,gelb“ genau zwischen den beiden Platinen angebracht werden.



Die 4mm Achsen der Polklemmen habe ich bündig mit der Mutter abgesägt.



Hier noch die Ansicht von außen mit den beiden Polklemmen für die Antenne. Links oben ist die BNC-Koaxbuchse. Darunter der Anschluss für die externe Stromversorgung. Ist die externe Stromversorgung angesteckt wird die interne 9V Blockbatterie über einen Kontakt in der Buchse abgetrennt.

Zu beachten ist der Abstand der beiden Polklemmen. Der sollte 18,5mm betragen. Das ermöglicht einen Adapter auf BNC-Buchse anzustecken. Siehe Bild.



Steckt man diesen Adapter an die 2 Polklemmen, kann wieder Koaxkabel an die BNC-Buchse gesteckt werden.

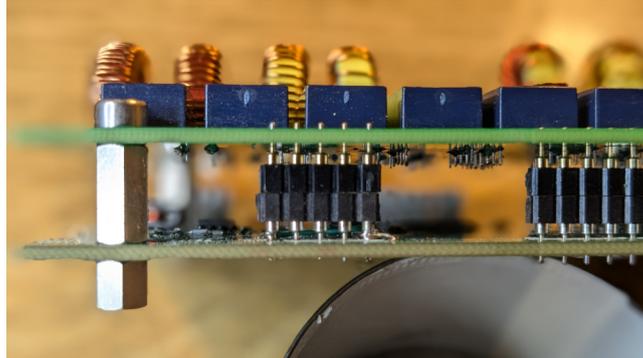


Die Ansicht der Frontseite von innen. Links unten ist der CAT-Anschluss für meinen PicAStar. Dann folgt der blaue EIN/AUS Schalter, die Bedienplatine mit Drehgeber und Taste. Rechts ist mit 2mm Schrauben das OLED-Display befestigt.

Hier geht es auch eng zu. Ich wollte das Gehäuse so klein wie möglich aufbauen. Für die Befestigung der Plexiglas-Deckplatte habe ich Messingbolzen 5mm lang mit 3mm Innengewinde angelötet.

Die Zuleitung der RS232 zur Platine ist noch einmal mit einem Ringkern N30 10mm (RIK10 von Reichelt) abgeblockt. Auch die SV habe ich mit RIK10 abgeblockt bevor es auf die Platine geht, sicher ist sicher.

1.3.1 Die Verbindung beider Platinen



Bevor die 5-poligen Verbindungsleisten und Buchsen eingelötet werden muss der Abstand beider Platinen genau stimmen. Deshalb werden zuerst die Abstandsbolzen angeschraubt. Die Stiftleisten und Buchsen werden zusammen gesteckt und zwischen den Platinen justiert und erst wenn die Platinen zusammen geschraubt sind, eingelötet.

Kapitel 2

Inbetriebnahme

In diesem Kapitel beschreibe ich die Inbetriebnahme des PicATUBmini.

2.0.1 Funktionskontrolle OLED-Display

Die Stromaufnahme des PicATUBmini liegt bei etwa 20 mA. Nach PowerON muss das Display sofort Schrift zeigen. Zusätzlich werden alle Relais einmal EIN und dann wieder AUS geschaltet.

2.0.2 Funktionskontrolle Drehgeber, Taste

Im Drehgeber ist eine Tastenfunktion integriert. Mit einem kurzen Tastendruck am Drehgeber ändert sich die Frequenzanzeige im Display. Funktioniert das, testen wir noch die Einzeltaste. Ein kurzer Tastendruck startet das

```
==== Menu =====
```

Mit einem *langen Tastendruck* wird das Menu wieder beendet.

2.0.3 Funktionskontrolle der Relais

Für das Testen der bistabilen Relais habe ich eine extra Funktion im SETUP implementiert. Durch *langes Drücken* der Einzeltaste kommen wir in das

```
=== SETUP =====
```

Mit dem Drehgeber wählen wir die *SETUP-Funktion* „Relais-Test“ aus. Mit der *Einzeltaste* starten wir den Relais-Test.



Der Test beginnt mit dem Relais „KL1“. Mit dem Drehgeber schalten wir zum nächsten Relais. Dabei hört man in zeitlicher Folge wie das vorherige Relais abfällt und das aktuelle Relais anzieht. So können wir alle Relais nacheinander kontrollieren. **Die Induktivitäten werden noch nicht eingelötet!** Es ist

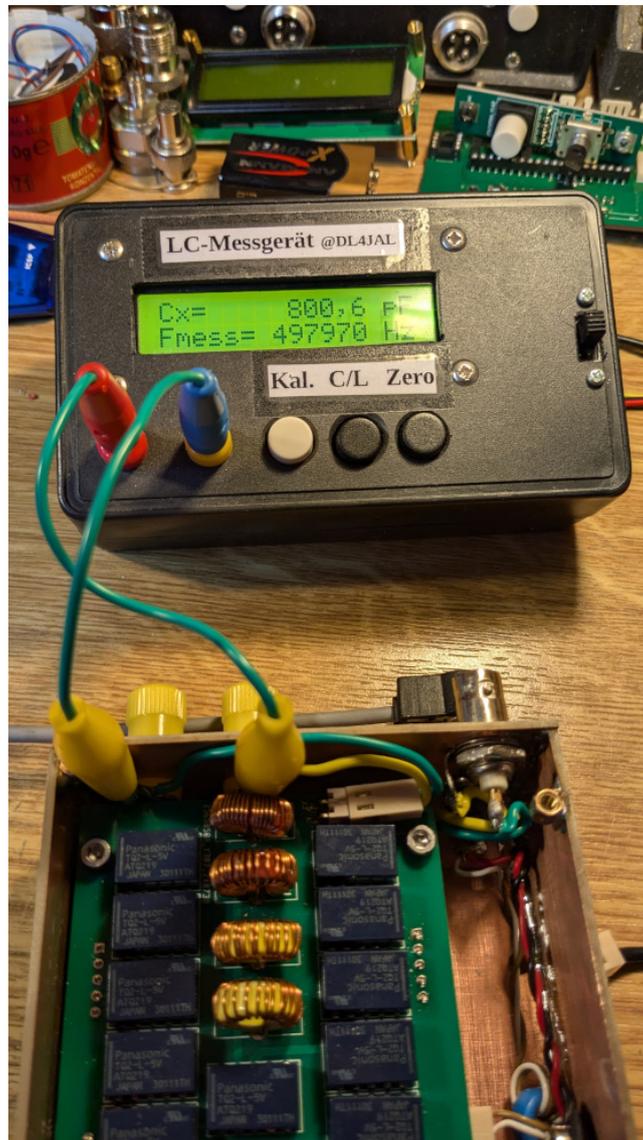
sonst nicht möglich mit dem Ohmmeter oder Durchgangsprüfer die Relaiskontakte zu kontrollieren.

Die bistabilen Relais habe an der Spule immer die gleiche Polarität. Nur wenn das Relais umgeschaltet werden soll, wird ein Schaltimpuls von 10 mSek Länge an die Relaispule angelegt. Die Polarität ist je nach Schaltrichtung unterschiedlich. Es bleibt also nur die Möglichkeit an den Relaiskontakten zu messen ob der Kontakt *geschlossen* oder *offen* ist. Wie das Umschalten der Relais funktioniert habe ich schon im Kapitel [1.1.1.3](#) auf Seite [6](#) erklärt.

2.0.4 Überprüfung des LC-Gliedes

Mit dem *Relais-Test* ist es auch möglich die Wert der binären L und C Glieder zu kontrollieren. **Die Mantelwellensperre wird bei beiden Messungen von der LC-Glied-Platine abgezogen.**

Nachmessen der C-Glieder



Beim Messen von $C_8=800\text{pF}$.

1. Das LC-Messgerät hinten an beide Polklemmen anschließen.
2. Im SETUP den Relais-Test starten. Der erste Einstellung ist KL1. So belassen und das LC-Messgerät einschalten und auf 0pF kalibrieren.
3. Mit dem Drehgeber weiter drehen bis KC1. Das LC-Messgerät zeigt jetzt etwa $6,2\text{pF}$ an. So können wir fort fahren bis KC8 800pF .

Nachmessen der L-Glieder



Beim Messen von $L_8=10,4\mu\text{H}$.

1. Wir stellen wieder auf „KLCV High/Low“, damit sind alle KL Relais auf NULL.
2. Jetzt schließen wir das LC-Messgerät an J4, Pin 1 und J3, Pin 2 an, so dass das ganze L-Glied in Reihe am Messgerät ist.
3. LC-Messgerät einschalten und auf L-Messung umschalten und auf 0nH kalibrieren.
4. Mit dem Drehgeber auf KL1 schalten. Anzeige im LC-Messer etwa 80nH.
5. Wir kontrollieren noch KL2 bis KL8 in ihren Werten.

Bei mir hat das C-Glied und das L-Glied in etwa gestimmt.

2.0.5 Ermitteln der Rest-Kapazität und Rest-Induktivität des LC-Gliedes

Obwohl alle Relais des C-Gliedes KC1 bis KC8 ausgeschaltet sind hat das C-Glied eine Rest-Kapazität. Genau so ist das beim L-Glied. Obwohl alle Induktivitäten kurz geschlossen sind ergibt sich ein Rest-Induktivität. Beide Werte kann man messen.

1. Zuerst ziehen wir wieder die Mantelwellensperre von der LC-Platine ab.
2. Im SETUP starten wir *Relais-Test* und gehen mit dem Drehgeber auf „KLCV High/Low“. Alle Induktivitäten sind jetzt überbrückt und alle C-Relais abgefallen.

Messen der Rest-Kapazität

Am Ausgang an den 2 Polklemmen können wir jetzt die Rest-Kapazität ermitteln. Bei mir sind das genau 27pF.

Messen der Rest-Induktivität

An J4, Pin 1 und J3, Pin 2 können wir jetzt die Rest-Induktivität messen. Bei mir sind das genau 200nH. **Eure Messwerte sollten ähnlich sein!**

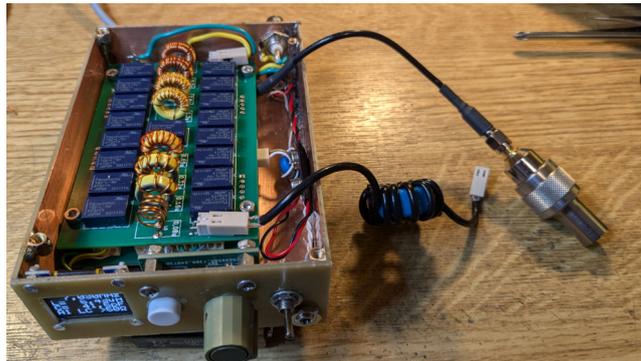
Beide beide Messwerte können im SETUP eingetragen werden. Somit wird die Berechnung der Antennen-Impedanz etwas genauer.

2.0.6 Funktionskontrolle des Richtkopplers

Der Richtkoppler sollte auch richtig funktionieren. Überprüfen können wir das mit einem Sendesignal von mindestens 100mW.

1. Zuerst ziehen wir die Mantelwellensperre auf der Platine „mc_rk.v1_01“, J6, ab.
2. An J6 stecken wir einen guten Abschlusswiderstand 50Ohm.
3. An die Koaxbuchse schließen wir einen Sender an.

Der Sendepiegel läuft über den Richtkoppler zum Abschlusswiderstand 50Ohm.



Ich habe meinen guten Abschlusswiderstand von „Huber&Suhner“ angeschlossen. Der verträgt 1W Sendeleistung.

Achtung wir können aber nur so viel Sendeleistung anlegen, wie der Abschlusswiderstand verträgt!

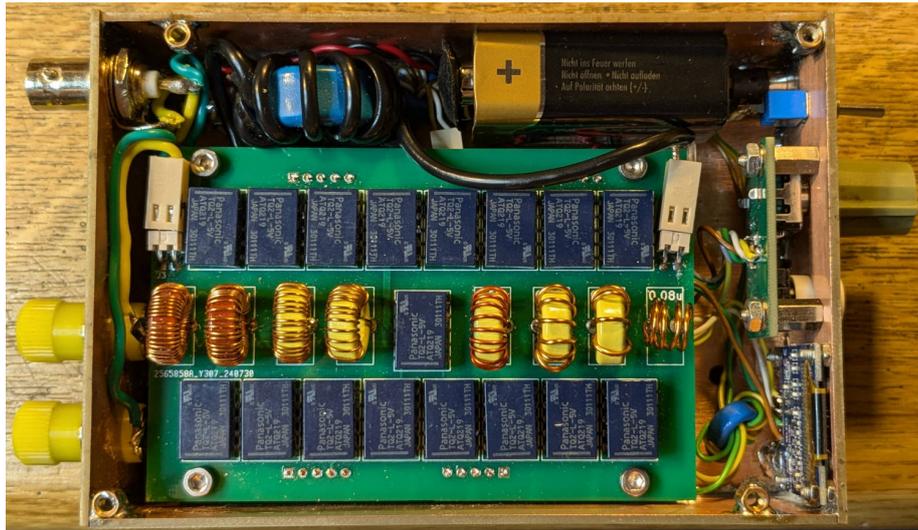


Bei einer Sendeleistung von etwa 1,2 Watt zeigt das Display immer etwa Return Loss 34 bis 35 dB an. Getestet habe ich mit 3,5 MHz, 10 MHz und 30 MHz. Gleichzeitig wird die Sendefrequenz gemessen. Bild rechts, das Frequenz-Messergebnis von 30 MHz. Im Hintergrund wurde die Frequenz gemessen. Die Werte von L und C haben hier nichts zu sagen, die Mantelwellensperre ist ja vom LC-Glied getrennt.

Ein Return Loss von über 30dB im gesamten Kurzwellenbereich ist ein guter Wert. Der Richtkoppler funktioniert sehr gut.

Wenn die Frequenzmessung etwas abweichen sollte, kann das im SETUP später noch etwas korrigiert werden. Die Beschreibung dazu folgt in der PDF der Software.

2.0.7 Der PicATUBmini ist fertig



Hier ein Foto mit abgenommener Deckplatte. Sogar die 9V Blockbatterie hat noch einen Platz gefunden.

Kapitel 3

Schlusswort

Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau). Ich wünsche viel Spaß beim Basteln.

vy 73 Andreas DL4JAL

✉ DL4JAL@t-online.de

🌐 www.dl4jal.de