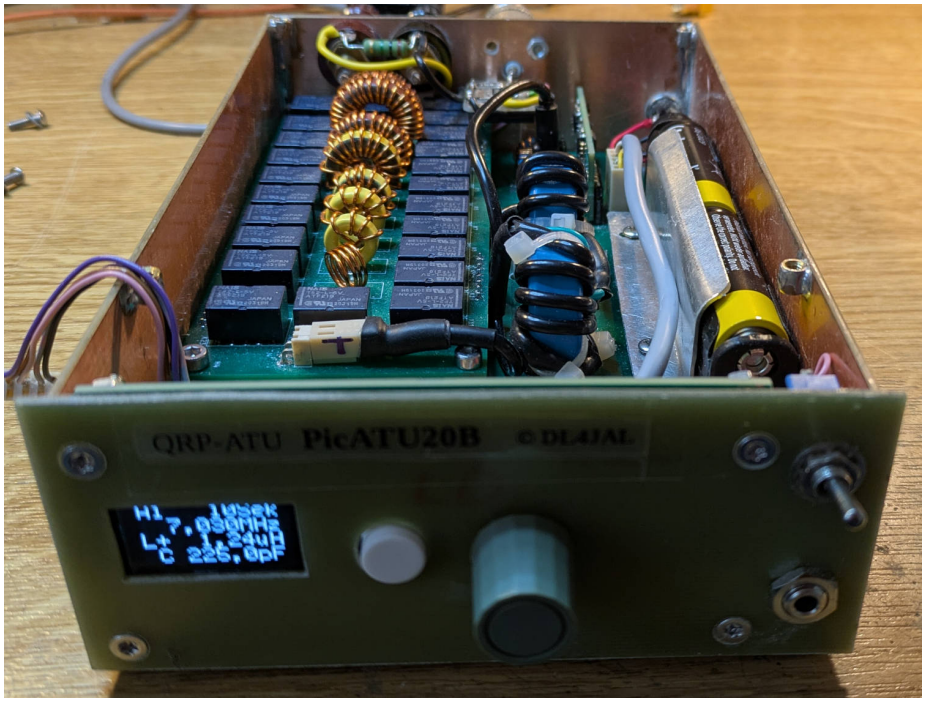
PicATU20B QRP-Antennentuner
mit bistabilen Relais
HW Version 1.04
mit OLED-Display und Frequenzmessung

Andreas Lindenau DL4JAL

16. Mai 2025

Zusammenfassung

Der „PicATU20B“ ist ein Bastelprojekt von mir. Die FW im PIC habe ich neu geschrieben. Durch den Einsatz von bistabilen Relais, ist der Stromverbrauch sehr gering. Als Programmiersprache verwende ich Assembler. Assembler ist mir sehr geläufig. Ich habe eine große Sammlung an Sourcecode, den ich immer wieder verwenden kann.



Die neue Ausführung Hardware 1.04 mit dem OLED-Display und neue „mc_steuerung-platine“ mit Frequenzmessung.

Hier ist der PicATU20B zu sehen. Nach der Anpassung an die Antenne kann der PicATU20B aus geschaltet werden. Durch den Einsatz von bistabilen Relais bleibt die gefunden Einstellung auch im ausgeschalteten Zustand erhalten.

Inhaltsverzeichnis

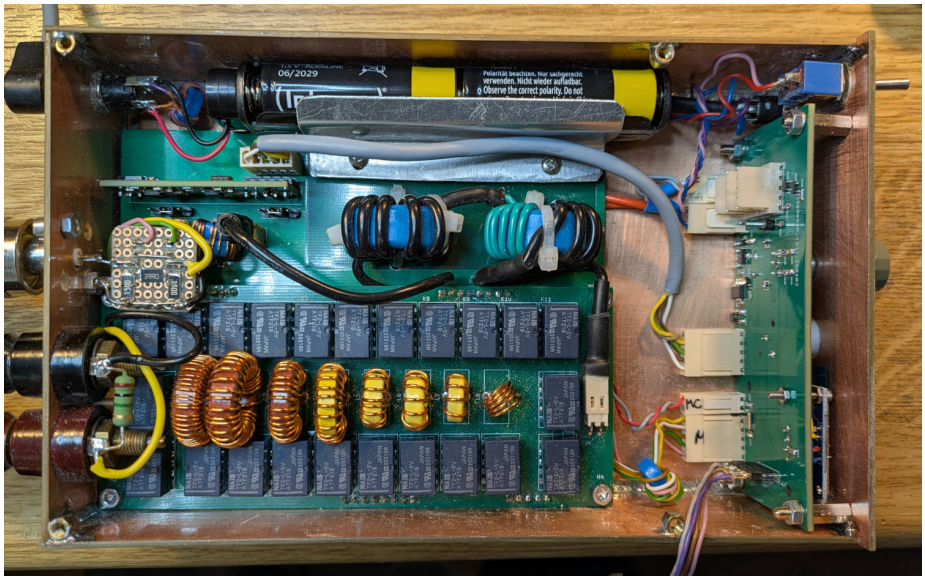
1 Aufbau des Tuners **2**
1.1 Baugruppen . . . 2
1.1.1 „grundpl_hw_1_04“, gemeinsame Grundplatine . . . 3
1.1.1.1 Der Richtkoppler auf der Platine . . . 4
1.1.1.2 Das HF-Leistungsdämpfungsglied . . . 5
1.1.1.3 Nachträglicher Einbau des HF-Leistungsdämpfungsglied . . . 5
1.1.1.4 Die Steckverbinder der Platine . . . 7
1.1.2 „lc_platine“, Platine mit Relais, L-, C-Glied und LC-Varianten 10
1.1.2.1 Die Steckverbinder der Platine . . . 12
1.1.3 „mc_hw_1_05“, Steuerplatine mit OLED-Display . . . 14
1.1.3.1 Die IC’s auf der Platine . . . 15
1.1.3.2 Die Steckverbinder auf der Platine . . . 16
1.1.3.3 TRX-CAT-Verbindung mit RS232 . . . 18
1.1.3.4 TRX-CAT-Verbindung mit USB . . . 18
1.1.3.5 TRX-CAT-Verbindung mit TTL . . . 18
1.1.4 „mkneu_hw_1_04“, Messmodul mit 2x AD8307 und Frequenzmessung . . . 19
1.2 Die Kabelverbindungen im PicATU20B . . . 19
1.3 Der Symmetrieübertrager, SymBa-QRP . . . 22
1.3.1 Aufbau des SymBa-QRP . . . 22
1.3.2 Messungen mit NWT2.0 . . . 25

2 Inbetriebnahme **27**
2.0.1 Funktionskontrolle LCD-Display . . . 27
2.0.2 Funktionskontrolle Drehgeber, Taste . . . 27
2.0.3 Funktionskontrolle der Relais . . . 27
2.0.4 Funktionskontrolle des Richtkopplers und Messplatine . . . 28

3 Schlusswort **33**

Kapitel 1

Aufbau des Tuners



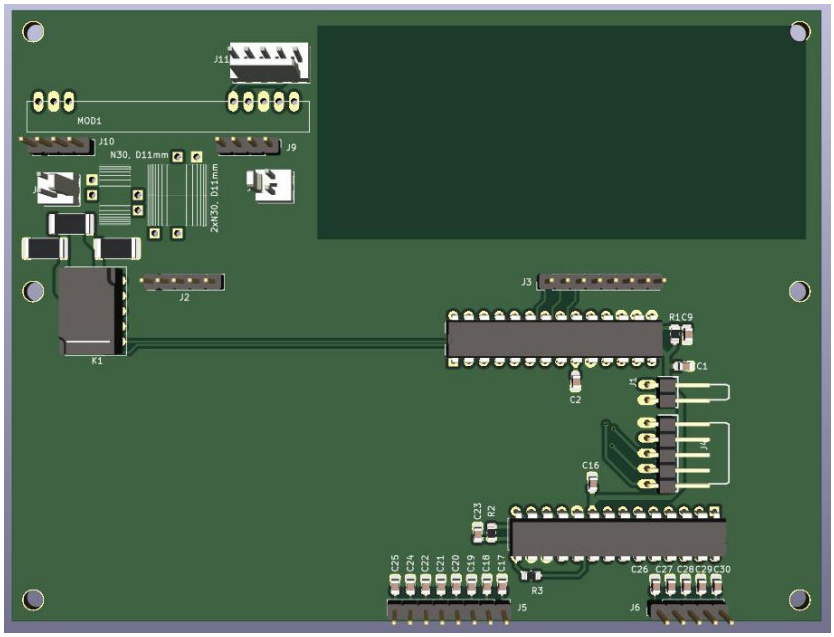
Innenansicht des PicATU20B. Ganz oben die Batterie-Halterung für 4x AA 1,5V-Zellen. Links darunter das Messmodul. Links die Zusatzplatine mit dem HF-Dämpfungsglied. In der Mitte der SymBa-QRP. Unten das LC-Glied, links die Anschlüsse für die Antenne und die N-Buchse. Rechts die mc-Platine mit OLED-Display und Bedienelemente. Die „mc-Platine“ sieht jetzt sehr aufgeräumt aus.

1.1 Baugruppen

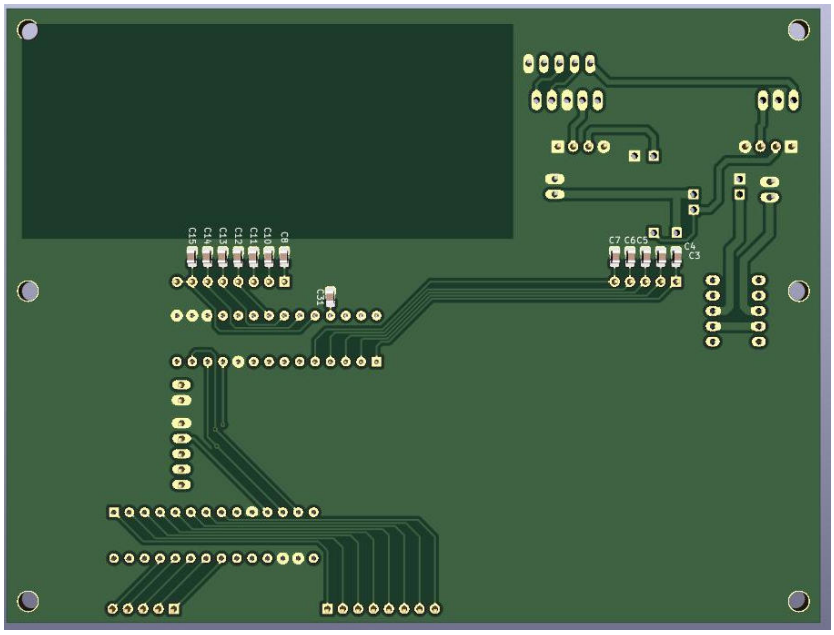
Als erste Baugruppe beschreibe ich die „grundpl“. Auf diese Platine wird die Baugruppe mit dem L/C-Glied und der L/C-Varianten-Umschaltung auf gesteckt und verschraubt.

1.1.1 „grundpl_hw_1_04“, gemeinsame Grundplatine

Neu in Hardware 1.04 ist ein Leiterzug für die Frequenzmessung auf der Messplatine. Die „gemeinsame Grundplatine“ habe ich verändert. Durch die Anregung eines OMs habe ich noch ein zusätzliches Relais installiert. Mit diesem Relais wird ein Leistungsdämpfungsglied direkt am Koaxeingang eingeschleift. Das ist für sehr empfindliche Sender gedacht. Die Last-Impedanz und das SWR schwankt nicht so extrem.



Die 3D-Ansicht, von Kicad erzeugt. Platine von oben. Neu ist das Relais links, zur Reduzierung der Sendeleistung um etwa 6dB. Das Dämpfungsglied soll die PA etwas vor Fehlanpassungen schützen. Das Relais ist neu hinzu gekommen.

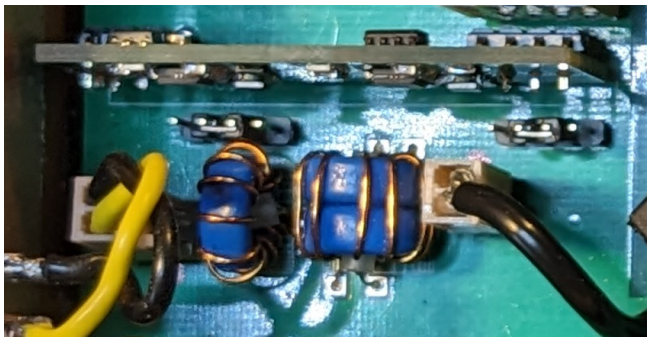


Die 3D-Ansicht, von Kicad erzeugt. Platine von unten.

Auf die Grundplatine wird die LC-Platine aufgesteckt. An „J8, HF-Output“ wird der „SymBa-QRP“ angesteckt. Der Ausgang vom „SymBa-QRP“ wird mit der LC-Platine verbunden. Die LC-Platine ist nicht mit der Masse(GND) verbunden, sondern „HF-schwimmend“ angeordnet. Dadurch können ohne Probleme symmetrische Antennen und unsymmetrische Antennen angepasst werden. Das ist egal.

Das kleine Messmodul mit den beiden AD8307 wird auf die Grundplatine, Steckplatz „mod1“, gesteckt. Die beiden MCP23S17 sind Porterweiterungen zum Mikrocontroller PIC18F26K22 mit insgesamt 32 Pins. Es werden aber nicht alle Pins genutzt. Die SPI-Schnittstelle der MCP23S17 ermöglicht eine sehr schnelle Datenübertragung (bis 10MHz Takt).

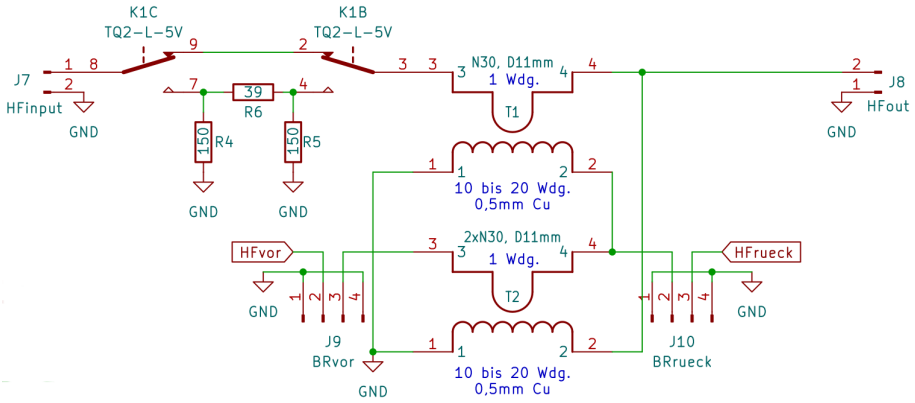
1.1.1.1 Der Richtkoppler auf der Platine



Hier beide Übertrager noch mit je 10 Windungen. Mit 20 Windungen habe ich noch bessere Messergebnisse.

Der Richtkoppler für die Messung der Anpassung ist wieder ein Tandem-Richtkoppler

mit 2 Ringkernübertragern. Vorteil, der Richtkoppler ist ohne Abgleich sofort nutzbar.



Wer möchte kann die Windungszahl auf den beiden Übertragern erhöhen. Es ergeben sich dadurch bessere Messwerte des Richtkopplers.

Die Ringkerne sind N30-Ferrit Material. Die 10 Windungen auf beiden Übertragern ergeben eine Auskoppeldämpfung von 20dB. Für den Spannungsübertrager, unten, habe ich 2 Ringkerne parallel verwendet. Das ergibt etwas mehr Induktivität. Bei 2x 20 Windungen ist die Auskoppeldämpfung 26 dB. An den Brückenstiften besteht die Möglichkeit den Richtkoppler auszumessen. Weiterhin dienen die Brückenstifte der Kalibrierung der beiden AD8307 im Messmodul. Im normalen Betrieb des Richtkopplers werden auf beiden Seiten PIN2 und PIN3 mit einem Brückenstecker kurz geschlossen.

Oben links im Schaltbild ist das neue HF-Leistungsdämpfungsglied zu sehen. In diesem Fall beträgt die Abschwächung der Leistung 6 dB. Durch andere Widerstände ist auch eine andere Dämpfung einstellbar. Zum Beispiel 3 db mit 220 Ohm, 22 Ohm, 220 Ohm.

1.1.1.2 Das HF-Leistungsdämpfungsglied

Auf der neuen Platine habe ich eine Anregung eines OMs realisiert. Ein Relais am Eingang des Tuners wird bei *jedem Anpassvorgang* eingeschaltet. Das soll die PA des TRX etwas schützen. Das Dämpfungsglied erzeugt ein besseres SWR und die PA wird nicht so sehr beansprucht. Diese Funktion kann im SETUP auch wieder deaktiviert werden. Meine PA im PicAStar verkraftet solche Fehlanpassungen ohne Probleme.

Die 2W SMD Widerstände verkraften gerade so 5W Sendeleistung. Das gilt es zu beachten. Wer höhere Leistung vernichten will, muss das Dämpfungsglied anders dimensionieren oder bei höhere Sendeleistung im SETUP das HF-Dämpfungsglied deaktivieren.

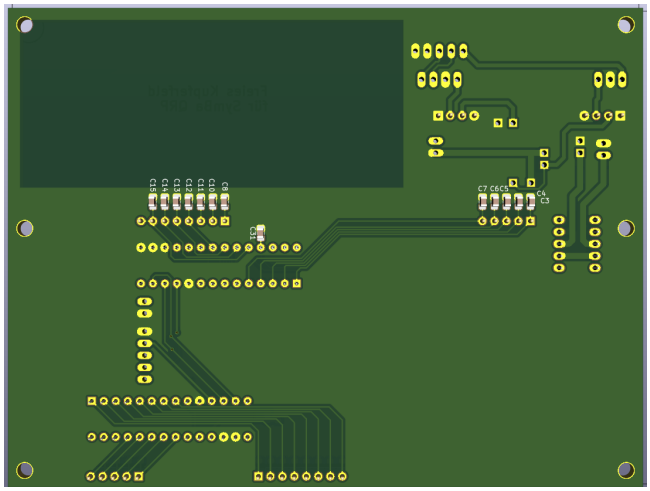
Beim Match-Vorgang sollte die Leistung nur 1 bis 2 Watt betragen, zur Schonung der Relais.

1.1.1.3 Nachträglicher Einbau des HF-Leistungsdämpfungsglied

Wer eine ältere HW-Version der „Grundplatine“, kann das Dämpfungsglied nachträglich noch einbauen. Ich habe dazu eine kleine Lochrasterplatine ge-

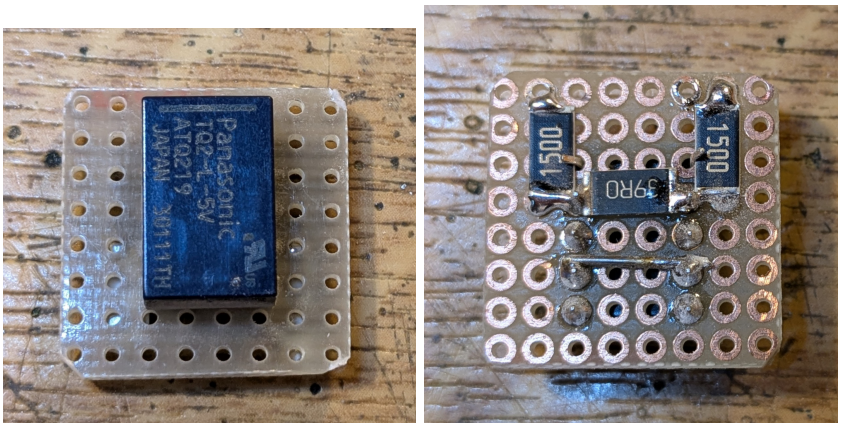
nommen.

Als Erstes wird an U1, Pin25 wird ein 10nF Kondensator gegen GND angelötet.

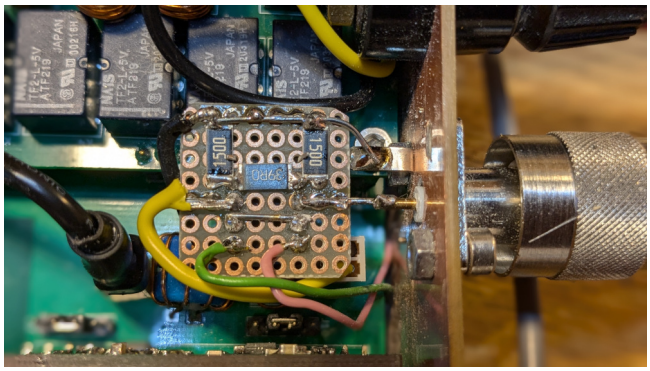


Der zusätzliche Kondensator ist im Bild C31.

Für das zusätzliche Relais löten wir an Pin 24 und 25 zwei Litzen 0,14mm an. Auf eine Lochrasterplatine löten wir das zusätzliche Relais und die 3 Widerstände 150,39,150 Ohm/2W.

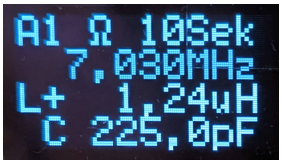


Die Verbindung Koax zum Stecker J7 löten wir an der Koaxbuchse ab und fügen geschickt die kleine Platine ein.



Der schwarze Draht ist die HF-Masse und der gelbe Draht die HF in Richtung J7. Der grüne Draht geht an U1, Pin25 und der rosa Draht an U1, Pin24. Beide Drähte schalten das Relais.

Das HF-Dämpfungsglied ist eingebaut und funktioniert. Im SETUP kann das HF-Dämpfungsglied bei Match-Vorgang aktiviert und deaktiviert werden.



Im OLED-Display Zeile 1, das „Ω“ ist zu sehen. Das HF-Dämpfungsglied ist aktiv und wird bei jedem Match-Vorgang eingeschleift.

1.1.1.4 Die Steckverbinder der Platine

Für die Steckverbindung zur *LC-Platine* habe ich Präzisionsbuchseneisten verwendet. Diese sind bei Reichelt erhältlich.

BKL 10120834 Präzisionsbuchsenleiste 32-pol. Vergold.

Zuerst beschreibe ich alle Steckverbindungen.

J1 SV für MCP23S17 Stromversorgung 5V für die Porterweiterung mit IC's MCP23S17. Über diesen Stecker bekommen die IC's und letztendlich die Relais ihre Spannung.

1. GND Masse
2. 5Volt für MCP23S17#1 und #2

J2 Verbindungstecker zu den Relais Verbindung von der Grundplatine zu den Relais der LC-Platine.

Verwendet habe ich Präzisions-Stiftleisten-Buchsen von Reichelt. Die Stifte und Buchsen werden entsprechen der benötigten Pinanzahl von einer langen Leiste abgebrochen.

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

J3 Verbindungstecker zu den Relais Verbindung von der Grundplatine zu den Relais der LC-Platine.

Verwendet habe ich Präzisions-Stiftleisten-Buchsen von Reichelt. Die Stifte und Buchsen werden entsprechen der benötigten Pinanzahl von einer langen Leiste abgebrochen.

1. Relais KC6
2. Relais KC7
3. Relais KC8
4. Relais KC9
5. Relais KC10
6. Relais KC11
7. Relais KC gemeinsam
8. Relais KC gemeinsam

J4 Daten für MCP23S17 5-poliger Stecker für den SPI-Datenverkehr von der Steuerplatine.

1. CS0 MCP23S17#1
2. SCK SPI Takt MCP23S17#1 und #2
3. SI SPI Daten MCP23S17#1 und #2
4. CS1 MCP23S17#2
5. GND Masse 0 Volt

J5 Verbindungstecker zu den Relais Verbindung von der Grundplatine zu den Relais der LC-Platine.

Verwendet habe ich Präzisions-Stiftleisten-Buchsen von Reichelt. Die Stifte und Buchsen werden entsprechen der benötigten Pinanzahl von einer langen Leiste abgebrochen.

1. Relais KL1
2. Relais KL2
3. Relais KL3

4. Relais KL4
5. Relais KL5
6. Relais KL6
7. Relais KL7
8. Relais KL8

J6 Verbindungstecker zu den Relais Verbindung von der Grundplatine zu den Relais der LC-Platine.

Verwendet habe ich Präzisions-Stiftleisten-Buchsen von Reichelt. Die Stifte und Buchsen werden entsprechen der benötigten Pinanzahl von einer langen Leiste abgebrochen.

1. Relais KLC1
2. Relais KLC2
3. Relais KLC3
4. Relais KLC4
5. Relais KL, KLC gemeinsam

J7 HF-Input Der Eingang der HF. Der Stecker ist verbunden mit der Koaxbuchse.

1. HF
2. GND

J8 HF-Output Hier wird die Mantelwellensperre oder der Symmetrieübertrager angeschlossen. Bei mir ist eine Kombination aus Mantelwellensperre + Symmetrieübertrager, SymBa-QRP angesteckt.

1. GND
2. HF

J9 Brückenstecker HF-Vorlauf Der vierpolige Brückenstecker ermöglicht das Auftrennen der HF-Verbindung zu Messzwecken und zum Kalibrieren der Messeingänge der Messplatine.

1. GND, Masse
2. HF zur Messplatine Vorlauf
3. HF vom Richtkoppler Vorlauf
4. GND

J10 Brückenstecker HF-Rücklauf Der vierpolige Brückenstecker ermöglicht das Auftrennen der HF-Verbindung zu Messzwecken und zum Kalibrieren der Messeingänge der Messplatine.

1. GND, Masse
2. HF vom Richtkoppler Rücklauf
3. HF zur Messplatine Rücklauf
4. GND

J11 Steckerbuchse SV, Messspannungen Hier wird das Verbindungskabel zur Steuerplatine, mit dem Mikrocontroller, angesteckt.

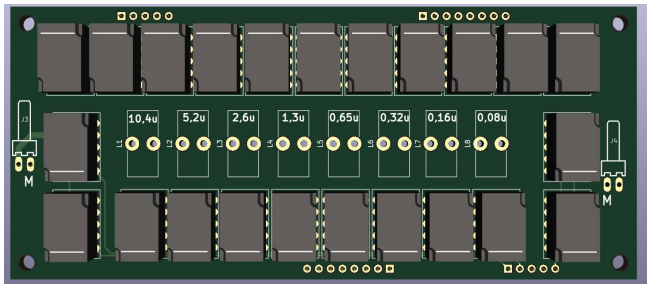
1. SV, 9-12V
2. Uvor, Messspannung Vorlauf
3. Urueck, Messspannung Rücklauf
4. Frequenz von der Messung
5. GND, Schirm von Uvor, Urueck

MOD1, Steckverbindung Messplatine HW 1.04 Die Beschreibung der Pins der Stifte der Messplatine. Die Messplatine mit abgewinkelten Stiftleisten wird auf diese Buchsen aufgesteckt. Hier ist mit der Hardware 1.04 ein Pin für die Frequenzmessung hinzu gekommen.

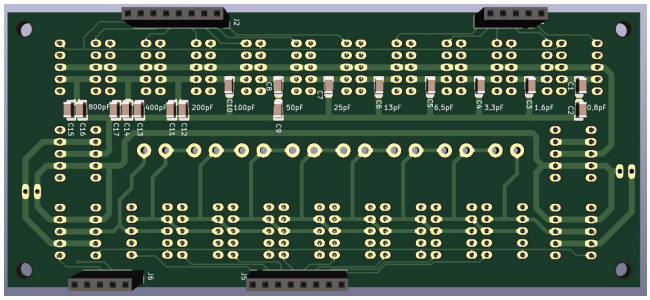
1. SV, 9-12V
2. GND, Masse
3. HF-Input vom Richtkoppler Rücklauf
4. TX-Frequenz als Rechteckschwingung
5. HF-Input vom Richtkoppler Vorlauf
6. GND, Masse
7. Uvor, Messspannung Vorlauf
8. Urueck, Messspannung Rücklauf

1.1.2 „lc_platine“, Platine mit Relais, L-, C-Glied und LC-Varianten

Auf dieser Platine befinden sich 23 bistabile Relais. 11 Relais sind für das C-Glied, 8 Relais sind für das L-Glied und 4 Relais sind für das Umschalten der L/C-Varianten vorgesehen.



In der Mitte werden die 8 Induktivitäten eingelötet.



Auf der Unterseite sind die Kondensatoren mit 500V Spannungefestigkeit zu finden. Teilweise wird ein Wert mit mehren Kondensatoren gebildet.

Ansichten der Platine in 3D-Darstellung aus Kicad.

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.

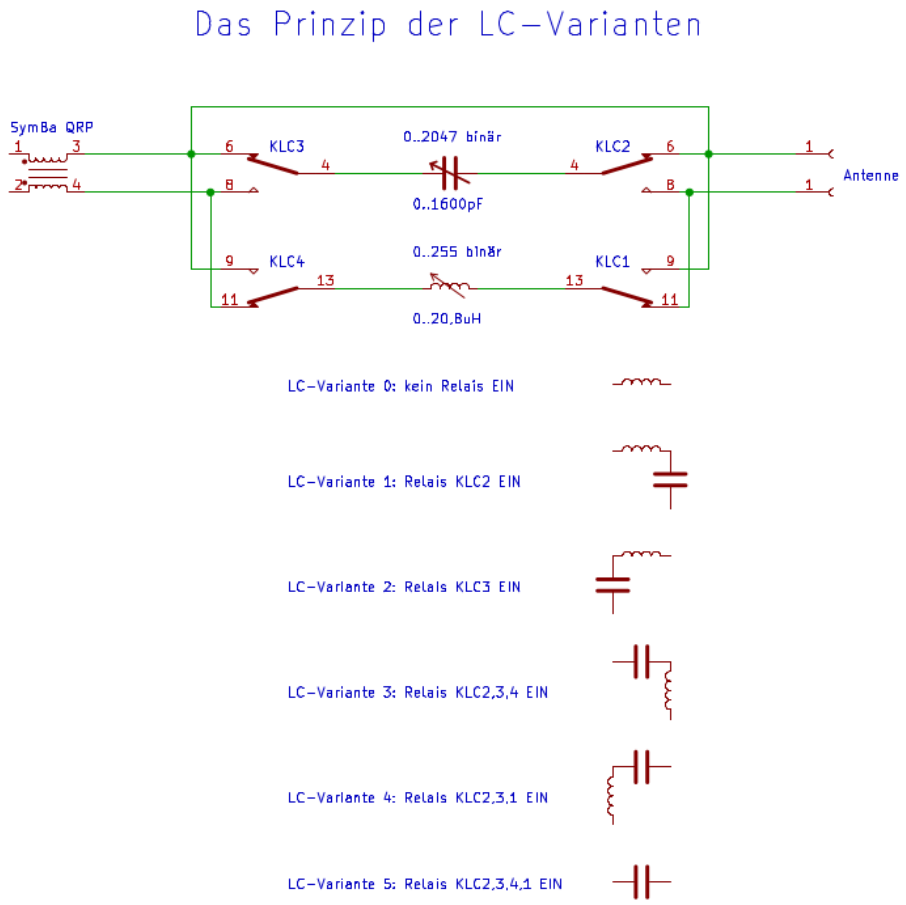
Das C-Glied besteht aus 11 Kapazitäten in binärer Aufteilung. Das ergibt eine einstellbare Induktivität von 0 pF bis fast 1600pF in 2047 Schritten. Die Auflösung beträgt 0,8pF.

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-44-6 gelb, 5 Windungen Cu 0,8mm
  - 0,32uH Ringkern T-50-6 gelb, 8 Windungen Cu 0,8mm
  - 0,65uH Ringkern T-50-6 gelb, 12 Windungen Cu 0,8mm
  - 1,3uH Ringkern T-68-6 gelb, 15 Windungen Cu 0,8mm
  - 2,6uH Ringkern T-68-2 rot, 20 Windungen Cu 0,8mm
  - 5,2uH Ringkern T-80-2 rot, 30 Windungen Cu 0,8mm
  - 10,4uH Ringkern T-80-2 rot, 40 Windungen Cu 0,8mm
- 0,8pF, 1,6pF, 3,2pF, 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 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 meheren Kondensatoren zusammen gesetzt.

Die LC-Varianten

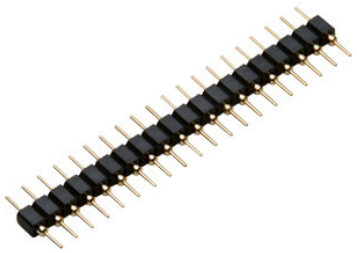


Das LC-Glied ist umschaltbar in 6 verschiedene Anordnungen. Nicht nur hochohmig und niederohmig, sondern L und C kann auch untereinander vertauscht werden. Das erweitert den Abstimmbereich enorm. Eine weiter eher seltene Variante ist nur L oder nur C zu verwenden. Ich habe es schon mal benötigt.

1.1.2.1 Die Steckverbinder der Platine

Für die Steckverbindung zur *gemeinsamen Grundplatine* habe Präzisionsstiftleisten verwendet. Diese sind bei Reichelt erhältlich. Das sind die passenden Gegenstifte für die Buchsenleisten auf der Grundplatine.

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



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

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

J2, Verbindung zur Grundplatine Bestehend aus einer 8 polige Präzisions-Stiftleiste.

1. KC6
2. KC7
3. KC8
4. KC9
5. KC10
6. KC gemeinsam
7. KC gemeinsam

„KC gemeinsam“ sind alle Relais KC der verbundene zweite Pol. Dieser Pol geht auch auf einen Pin des MCP23S17.

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. Der „SymBa“ verhindert ein zurück fließen der HF zur Koaxzuleitung.

Man sollte immer zwischen Koaxzuleitung und Tuner eine Mantelwellensperre anordnen.

1. der durchgehende Pol vom SymBa
2. der Pol am LC-Glied

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

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

1. der Pol am variablen LC-Glied
2. der durchgehende Pol zur Antenne

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

J5, Verbindung zur Grundplatine Bestehend aus einer 8 polige Präzisions-Stiftleiste.

1. Relais KL1
2. Relais KL2
3. Relais KL3
4. Relais KL4
5. Relais KL5
6. Relais KL6
7. Relais KL7
8. Relais KL8

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

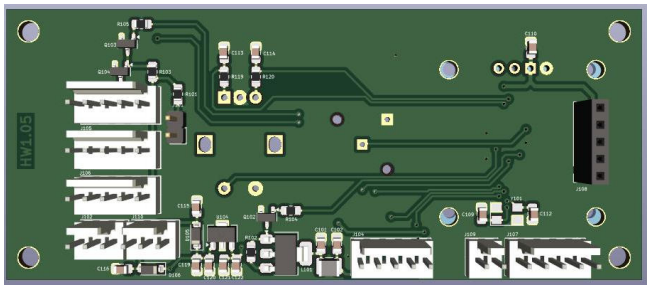
1. Relais KLC1
2. Relais KLC2
3. Relais KLC3
4. Relais KLC4
5. Relais KLC gemeinsam

„KLC gemeinsam“ sind alle Relais KL und KLC der verbundene zweite Pol. Dieser Pol geht auch auf einen Pin des MCP23S17.

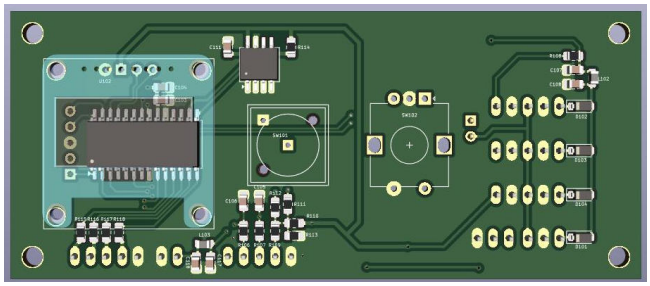
1.1.3 „mc_hw_1_05“, Steuerplatine mit OLED-Display

Die Steuerplatine habe ich noch HF-Fester gemacht und einige Ergänzungen eingebracht. Ich habe für den PicATU20B eine Fernsteuerung vorgesehen. Die neue HW des PicATU20B hat eine Frequenz-Messung. Ermöglicht hat das der Einsatz eines OLED-Diplays. Das OLED-Display brauch nur 2 Pins für die Ansteuerung.

Es ist aber vorteilhaft eine CAT-Kopplung zum TRX herzustellen. Der PicATU20B „läuft“ dann mit dem TRX-VFO mit und die Anpassung an die Antenne stimmt fast immer.



Auf der Oberseite sind fast keine ICs zu sehen. Die 3x 5-poligen Steckerbuchsen, auf der linken Seite, sind für CAT-Verbindung zum TRX gedacht. Die 3 Steckerbuchsen sind gleichberechtigt. Darunter die links die 3-polige Steckerbuchse für die Remote-Fernsteuerung. Die 3-polige Steckerbuchse rechts daneben ist für die Stromversorgung. Die mittlere 5-polige Steckerbuchse ist für die Messplatine und die beiden Steckerbuchsen rechts für die Porterweiterung 2x MCP23S17.



Auf der Unterseite wird das OLED-Display aufgesteckt. Unter dem OLED-Display der PIC18F26K22 in SMD-Ausführung. Rechts vom OLED-Display die Einzeltaste gefolgt vom Drehgeber. Über der Einzeltaste der Eeprom 24LC512, auch in SMD.

1.1.3.1 Die IC's auf der Platine

U101, PIC18F26K22-SMD U1 ist der Mikrocontroller PIC18F26K22 von Microchip. Von hier wird der PicATU20B gesteuert. Der PIC läuft mit einer Taktfrequenz von 18,432 MHz. Angeschlossen ist ein OLED-Display eine Einzeltaste und ein mechanischer Drehgeber mit Taste, für die Bedienung.

U102, OLED-Display Als Anzeige habe ich ein kleines OLED-Diplay 0,96 Zoll vorgesehen. Das benötigt noch weniger Strom als das LCD-Diplay 2x16. Ein weiterer Vorteil ist die Ansteuerung mit nur 2 Pins. Dadurch wurde die Frequenzmessung möglich.

U103, 24LC512 Das ist der externe Eeprom mit einer Speicherkapazität von 64kByte. Im 24LC512 werden alle gefundenen Match-Einstellungen gespeichert. Die Speicherstelle hängt von der eingestellten Frequenz ab und der Antennennummer 1 bis 5.

U104, Spannungsregler Ursprünglich hatte ich einen MC7805 im TO252-Gehäuse vorgesehen. Der ist aber etwas überdimensioniert. Ich habe jetzt einen MCP1754-5V eingesetzt. Der Eigenstromverbrauch sinkt dadurch etwas.

1.1.3.2 Die Steckverbinder auf der Platine

J101, Brücke für R101/5V Der TX Ausgang der RS232 ist ein „Open-Drain“ Ausgang. Ist das störend kann der H-Pegel 5V mit der Brücke realisiert werden.

J102, RS232remote, 3-polige Verbindung Das ist der Anschluss der RS232 für die Fernsteuerverbindung. Bei mir ist das eine 3,5mm Stereo-Klinkenbuchse.

1. TTL-TX
2. GND
3. TTL-RX

J103, J105, J106 CAT-Verbindungen Über diesen Steckverbinder können die verschiedenen RS232-Module angeschlossen werden. Alle 3 Schnittstellen sind HW gleichberechtigt.

1. 5 Volt
2. GND, Masse
3. RS232 TX, TTL Pegel
4. GND, Masse
5. RS232 RX, TTL Pegel

Ich habe 2 Module für den Anschluss entwickelt. Ein USB-Modul und ein echtes RS232-Modul. Die Verwendung der Module richtet sich nach den Transceiver die mit der Fernbedienung per CAT verbunden werden.

Die Verbindung zur CV-I Schnittstelle von ICOM wird direkt über einen 3,5mm Stereo Klinkenbuchse hergestellt.

J104, Messkopf Dieser Stecker ist für das Messkopfmodul, Stromversorgung und Messspannungen. Hier wird das Verbindungskabel zur *gemeinsamen Grundplatine J11* angeschlossen.

1. 9-12V geschaltet, zur Stromreduzierung
2. Uvor, Vorlaufspannung
3. Urueck, Rücklaufspannung
4. Frequenz von der Messung
5. GND, Masse

J107, DATAmcp Dieser Stecker ist die Datenverbindung zu den beiden IC's MCP23S17 auf der Grundplatine.

1. CS0
2. SCK
3. SI
4. CS1
5. GND, Masse

Alle 5 Drähte habe ich mit einen N30 Ringkern (D11mm) mit mehreren Windungen gegen HF abgeblockt.

J108, Programmer Dieser Stecker ist für die Programmierung vorgesehen und braucht nicht unbedingt eingelötet werden.

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

Das ist jetzt die gleiche Reihenfolge wie am „PicKIT3".

J109, SVmcp Dieser Stecker ist für die Stromversorgung der beiden IC's MCP23S17 auf der Grundplatine.

1. GND, Masse
2. +5V

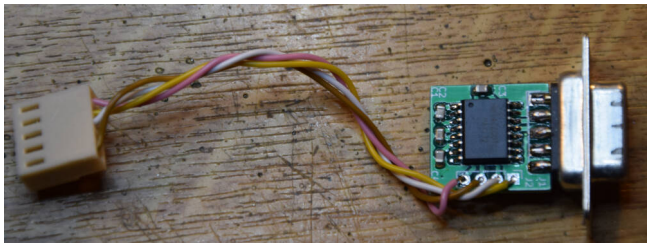
Auch hier habe ich eine Verdrosselung eingefügt mit C21 100nF, L3 100uH und C18 100nF. Sicher ist Sicher.

J110, SV Dieser Stecker ist für die Stromversorgung. Den Stromversorgungsstecker habe ich erweitert und mit Dioden entkoppelt. Ich habe Versuche gemacht die Stromversorgung auch über das Fernsteuerkabel zu realisieren.

1. GND, Masse
2. 9-12V, mit Diode entkoppelt
3. 9-12V. mit Diode entkoppelt

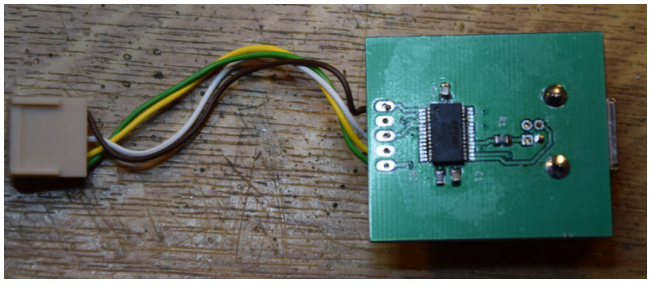
Die Dioden sind jetzt mit 100nF an der Anode zusätzlich gegen HF-Einstrahlung abgeblockt. Ich hatte mächtige Probleme im Urlaub. Mir ist durch die aufschauckelnde Spannung sogar der Spannungsregler kaputt gegangen.

1.1.3.3 TRX-CAT-Verbindung mit RS232



Das RS232-Modul mit dem RS232-IC für die Schnittstellen-Wandlung. Es passt nur die etwas **breitere SMD-Variante (SO-16 Wide, Reichelt „MAX 232 CWE“)**. Der PIC versteht nur TTL-Signale 5V.

1.1.3.4 TRX-CAT-Verbindung mit USB



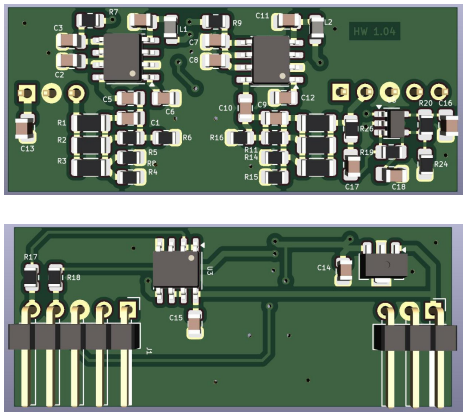
Das USB-Modul ist übersichtlich. Zu sehen der IC-FT232RL, 2x 100nF und 2 Widerstände. Das ist alles.

Rechts und links des USB-Steckers sind 2 Sechskant-Bolzen mit M3 Innengewinde aufgelötet. Damit wird das USB-Modul an der Rückwand befestigt.

1.1.3.5 TRX-CAT-Verbindung mit TTL

Aber auch ein Anschluss ohne Modul ist möglich. Hier wäre mein PicAStar und der Icom IC7300 CV-I-Schnittstelle zu nennen. *Es werden nur PIN4 und PIN5 beschaltet.*

1.1.4 „mkneu_hw_1_04“, Messmodul mit 2x AD8307 und Frequenzmessung



Diese Platine habe ich noch einmal überarbeitet. Die Frequenzmessung ist hinzu gekommen. Die Platine wertet die Messsignale des Richtkopplers aus. Mit den beiden AD8307 wird der HF-Pegel gemessen und in eine Gleichspannung umgewandelt.

Die IC's auf der Platine

U1, U2 AD8307 Die beiden AD8307 wandeln HF-Pegel in eine entsprechende Gleichspannung.

U3 LM6482 Die Gleichspannungen werden mit dem OPV entkoppelt. Die Messspannungen werden zur mc-Platine geführt.

U4 MCP1754S-5002xMB Die Platine hat eine eigene Spannungsreglung von 5V.

U5 TS3011 **Neu in der HW 1.04.** Ein sehr schneller Komparator macht aus dem Signal „Uvor“ eine Rechteckschwingung, die vom PIC18F26K22 gemessen wird.

Die Steckverbinder auf der Platine

Das Messmodul wird auf die Grundplatine aufgesteckt. Das bedarf keiner weiteren Beschreibung. Verwendet habe ich abgewinkelte Stiftleisten. Auf der *gemeinsamen Grundplatine* sind als Gegenstück die passenden Buchsen eingelötet.

1.2 Die Kabelverbindungen im PicATU20B

Nachdem alle einzelnen Platine aufgeführt sind komme ich nun zu den Kabelverbindungen.

mc-J109 „SVmcp“ mit grundpl-J1

Das ist eine 2-polige Verbindung für die Stromversorgung der beiden MCP23S17 mit 5 Volt.

mc-J109	Beschreibung	grundpl-J1	Drahtfarbe (DL4JAL)
J109-1	GND, Masse	J1-1	grau
J109-2	SV 5 Volt	J1-2	rot

mc-J107 „DATAmcp“ mit grundpl-J4

Das ist eine 5-polige Verbindung für die Datenübertragung zu den beiden MCP23S17.

mc-J107	Beschreibung	grundpl-J4	Drahtfarbe (DL4JAL)
J107-1	CS0 MCP23S17#1	J4-1	rosa
J107-2	SCK SPI Takt MCP23S17#1 und #2	J4-2	gruen
J107-3	SI SPI Daten MCP23S17#1 und #2	J4-3	braun
J107-4	CS1 MCP23S17#2	J4-4	weiss
J107-5	GND, Masse	J4-5	gelb

Alle 5 Drähte habe ich mit einen N30 Ringkern (D11mm) mit mehreren Windungen gegen HF abgeblockt. Ähnlich einer Mantelwellensperre.

mc-J104 „Messkopf“ mit grundpl-J11

Die Kabelverbindung vom Messmodul zur mc-Platine. Ich habe geschirmtes vierpoliges Kabel verwendet (LIYCY 04-5). **Achtung diese Verbindung ist nicht 1 zu 1!**

mc-J4	Beschreibung	grundpl-J11	Drahtfarbe (DL4JAL)
J104-1	SV, 9-12V	J11-5	weiss
J104-2	Messspannung Uvor, Vorlaufspannung	J11-4	braun
J104-3	Messspannung Urueck, Rücklaufspannung	J11-3	gruen
J104-4	Frequenz	J11-2	gelb
J104-5	GND, Masse	J11-1	Schirm

mc-J102 „RS232 Remote“ zur Klinkenbuchse 3,5mm

Übertragung der Datentelegramme im TTL-Format vom PicAStar, HAF100 oder BM10 (mit PIC).

mc-J102	Beschreibung	Klinkenbuchse
J102-1	RX, Empfangsdaten zum PIC	Spitze des Steckers
J102-2	GND, Masse	Masse des Steckers
J102-3	TX, Sendedaten vom PIC	Mitte des Steckers

mc-J103, J105 oder J106 „RS232 TRX“ CAT Verbindung zum TRX

Alle 3 Steckerbuchsen sind gleichberechtigt.

J103, J105, J106 mc-Platine	Beschreibung	3,5mm Klinke Buchse	RS232 Modul	USB Modul
Jxxx-1	SV, +5 Volt		J2, Pin 4	J2, Pin 1
Jxxx-2	GND, Masse		J2, Pin 1	J2, Pin 2
Jxxx-3	RC6, TX vom PIC	Mitte	J2, Pin 2	J2, Pin 3
Jxxx-4	GND, Masse	Masse		J2, Pin 4
Jxxx-5	RC7, RX zum PIC	Spitze	J2, Pin 3	J2, Pin 5

Es können mehrere TRX parallel angeschlossen werden. **Wichtig!!! Es darf immer nur ein TRX betrieben werden, sonst gibt es „Datensalat“. Kaputt geht aber nichts.**

mc-J110 „SV“ zur Stromversorgung

Die Stromversorgung hat 2 Eingänge die mit Dioden getrennt sind. Es ist auch eine Stromversorgung über das Remote-Kabel möglich.

mc-J110	Beschreibung	Stromversorgung
J110-1	GND, Masse	0 Volt
J110-2	SV1	6 bis 13 Volt
J110-3	SV2	6 bis 13 Volt

mc-J108 „Programmer“

Für die Programmierung des PIC18F26K22-SMD. Der PIC18F26K22 ist auf der Platine eingelötet und kann deshalb nur über diese Buchse programmiert werden. Der Programmer „Pickit3“ passt 1 zu 1 an diese Buchse.

mc-J108	Beschreibung
J108-1	MCLR/VPP
J108-2	5 Volt
J108-3	GND
J108-4	RB7/PGD
J108-5	RB6/PGC

grundpl-J7 zur Koaxbuchse des PicATU

Die Verbindung von der Koaxbuchse zum HF-Input habe ich mit 2 Litzen $0,5mm^2$ gemacht. Die HF führende Litze kommt an J7, Pin1 und an Pin2 die Masseverbindung.

grundpl-J8 zum SymBa-QRP

Das Koaxkabel RG174 vom SymBa wird direkt in den 2-poligen Stecker gelötet. J8 Pin2 ist dabei HF führend.

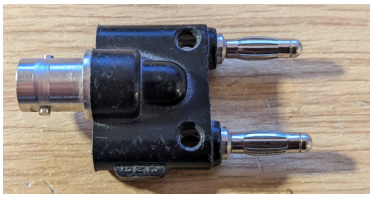
lc_platine-J4 zum SymBa-QRP

Das Koaxkabel RG174 vom SymBa wird direkt in den 2-poligen Stecker gelötet. J4 Pin1 und Pin2 ist dabei HF führend. Dafür sorgt der Symmetrieübertrager. Da im Aufbau des SymBa einmal Seele und Schirm vertauscht werden, habe ich die Seele vom RG174 an J4 Pin1 angeschlossen. Das ist die durchgängige Verbindung zum Antennenausgang auf der lc_platine.

lc_platine-J3 zum Antenneanschluss, Bananenbuchsen

Der 2-polige Antennenanschluss wird ebenfalls mit Litze $0,5mm^2$ gemacht. An den beiden Bananenbuchsen wird die Antenne angeschlossen. Es könne unsymmetrisch arbeitende oder symmetrisch arbeitende Antennen angeschlossen werden.

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.

1.3 Der Symmetrieübertrager, SymBa-QRP

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. Noch besser wäre eine Kombination aus Mantelwellensperre und Symmetrierglied. So etwas hat DG0SA entwickelt.

1.3.1 Aufbau des SymBa-QRP

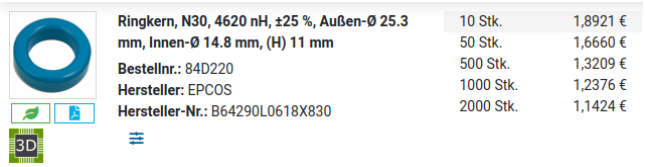
Eine noch bessere Wirkung hat der DG0SA entwickelte *SymBa*. Das ist eine Kombination aus Mantelwellensperre und Symmetrieübertrager. Beides ist auf die Impedanz von 50 Ohm ausgelegt. Die Sperrwirkung ist im gesamten Kurzwellenbereich sehr gut. Auch bei den Übertragungsparametern gibt es kaum Verluste. Das liegt an der Verwendung von 50 Ohm Koaxkabel für den Aufbau des Übertragers.

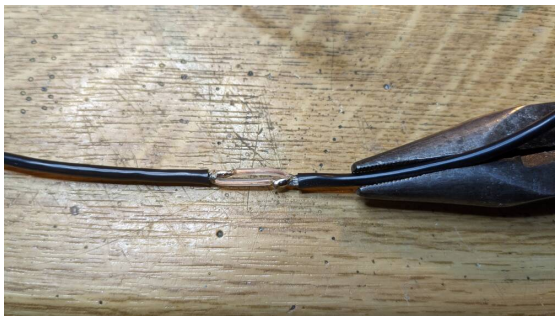
Verwenden wir für die Wicklungen auf dem Ringkern Koaxkabel, ist es das Gleiche als würden wir 2 Drähte parallel nehmen. **2 Drähte parallel haben aber nicht an jedem Punkt eine Impedanz von genau 50 Ohm!** Da ist Koaxkabel viel besser geeignet. Das sehen wir auch an den Messungen mit dem NWT2.0.

Im Symmetrieglied wird etwa bei der Hälfte der Windungen das Koaxkabel getrennt, Seele und Schirm vertauscht, und wieder zusammen gelötet. Das ist

eine geniale Idee von DG0SA. Somit kann die dritte Wicklung, bestehend aus Litze $0,5mm^2$ auf beiden Enden mit dem Schirm des RG174 verlötet werden. Und fertig ist der Symmetrieübertrager Impedanz 50 Ohm.

Wir brauchen 2 Ringkerne. Ich habe N30 Ringkerne verwendet. Erhältlich bei *Bürklin, Bestellnr.: 84D220.*

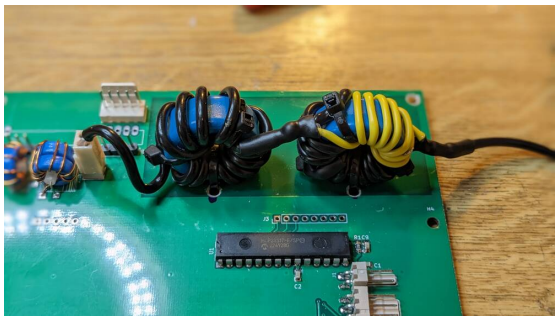




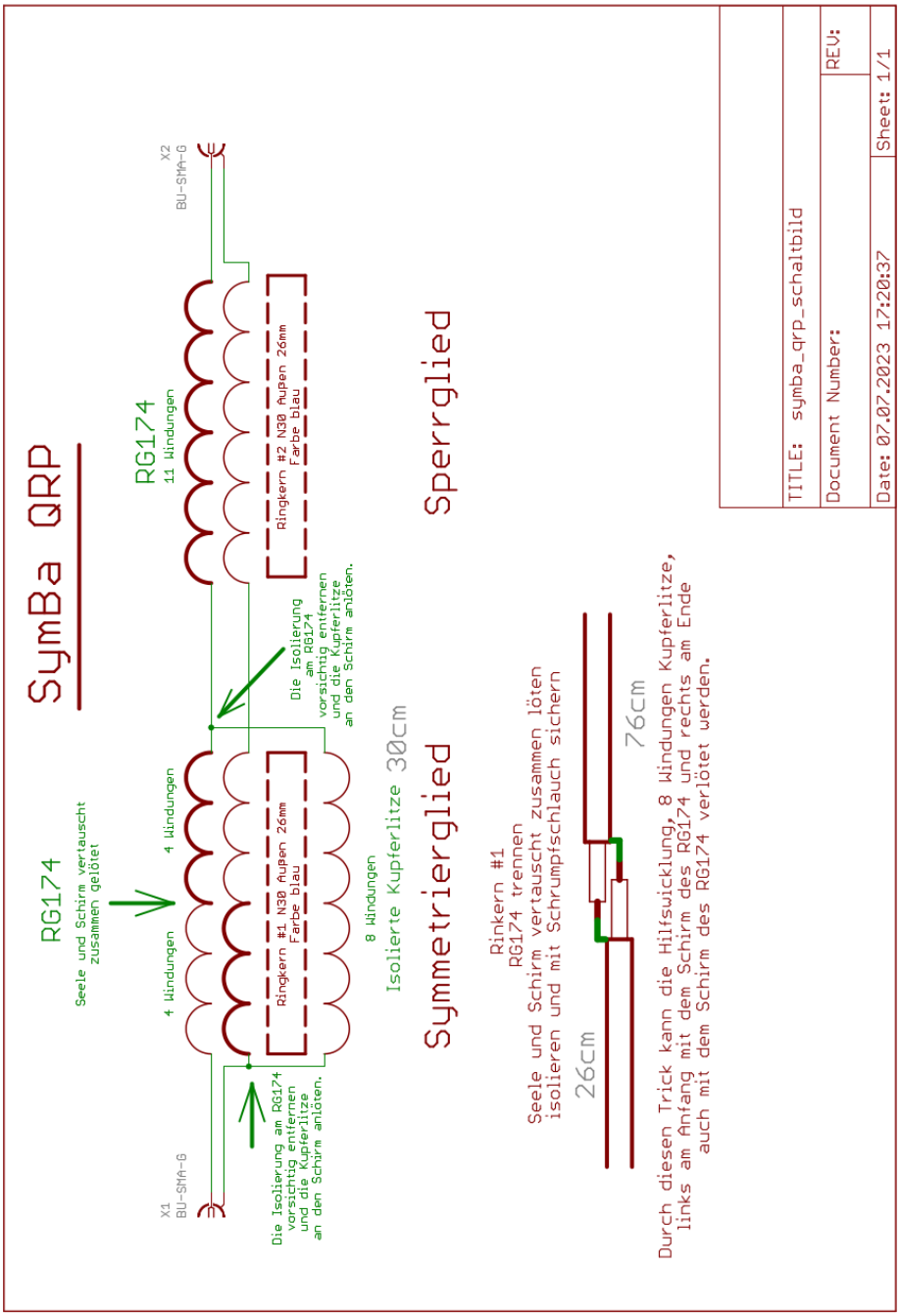
RG174 aufgetrennt, Seele und Schirm vertauscht.

Mit Schrumpfschlauch gesichert.

In beide Richtungen 4 Windungen aufgebracht.

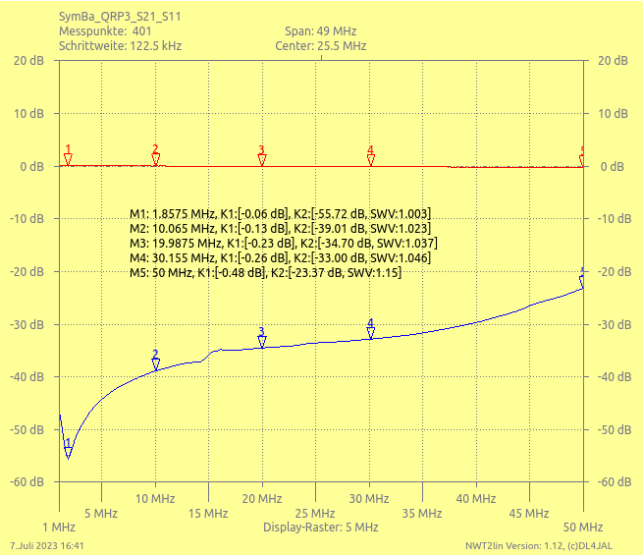


So sieht der fertige *SymBa* aus. Ich habe zuerst die Mantelwellensperre und anschließend der Symmetrieübertrager angeordnet. Das erschien mir logischer. Die dritte Wicklung des Symmetrieübertragers, hier gelb, ist auch gut zu sehen.

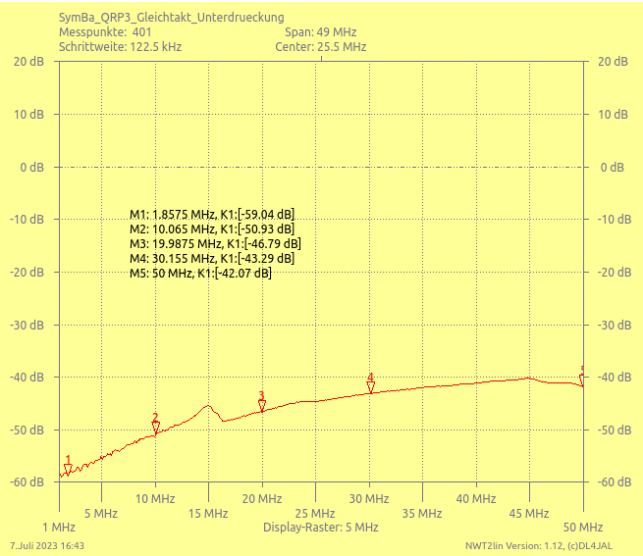


1.3.2 Messungen mit NWT2.0

Schließen wir den SymBa an den NWT2.0 an können wird die guten Übertragungseigenschaften sehen. Vertauschen wir auf einer Seite Seele und Schirm ändert sich an den Messwerten S11 und S21 fast nichts. Damit haben wir die Bestätigung das der SymBa symmetrisch ohne merkliche Verluste arbeitet.



Die rote Linie stellt die Dämpfung dar und die blaue Line die Rückflußdämpfung (oder auch SWR). Im Infotext der Messpunkte können wir die Messwerte lesen.



Die dB-Werte der Sperrwirkung habe ich auch noch kontrolliert. Sie ist sehr gut. Die db-Werte der Sperrwirkung können wir im Infotext der Messpunkte sehen.

Kapitel 2

Inbetriebnahme

In diesem Kapitel beschreibe ich die Inbetriebnahme des PicATU20B.

2.0.1 Funktionskontrolle LCD-Display

Die Stromaufnahme des PicATU20B liegt mit dem neuen OLED-Display bei etwa 40-50 mA.

2.0.2 Funktionskontrolle Drehgeber, Taste

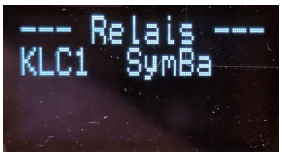
Drehen wir am Drehgeber ändert sich die Frequenzanzeige. Der Drehgeber wird in beide Drehrichtungen getestet.

Im Drehgeber ist eine Tastenfunktion integriert. Mit einem kurzen Tastendruck am Drehgeber ändert sich die Schrittweite der Frequenz-Änderung. Funktioniert das testen wir noch die Einzeltaste. Ein kurzer Tastendruck startet das „— Menu —“. Funktioniert das, wird mit einem *langen Tastendruck* das Menu beendet. Es erscheint im Display „- Abbruch!!!“.

2.0.3 Funktionskontrolle der Relais

Für das Testen der bistabilen Relais habe ich eine extra Funktion im SETUP implementiert. Durch *ganz 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 Relaistest.

Zuerst kommen die Relais Kl1 bis KL8 anschließend KC1 bis KC10.



Zuletzt die Relais KLC1 bis KLC4.

Ich habe in dieser Testfunktion das Umschalten der Relais mit eine Zeitschleife verzögert. Jeder Schalt-Vorgang wird um 250 mSekunden zusätzlich verzögert.

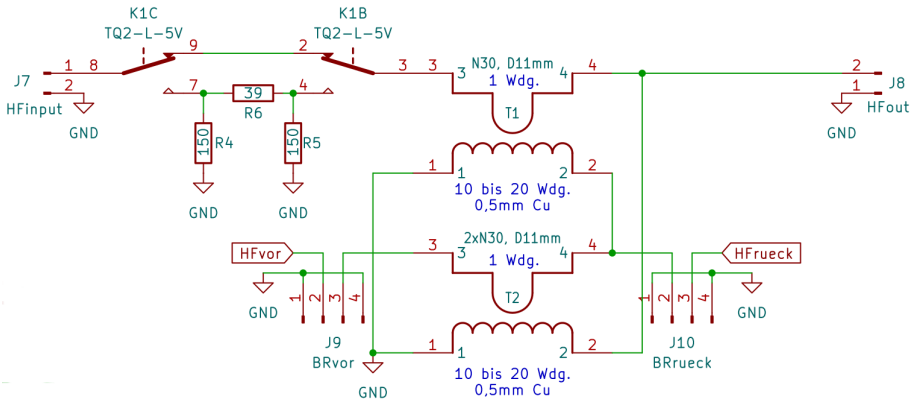
Der Test beginnt mit dem Relais „KL1“. Mit dem Drehgeber schalten wir zum nächsten Relais. Dabei hört man in zeitlicher Folge wie das vorherige Relais abfällt und das aktuelle Relais anzieht. So können wir alle Relais nacheinander kontrollieren. **Die Induktivitäten werden noch nicht eingelötet!** Es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

Die bistabilen Relais sind immer Spannungslos. Nur wenn das Relais umgeschaltet werden soll, wird ein Schaltimpuls von 20 mSek Länge an die Relaisspule angelegt. Die Polarität ist je nach Schaltrichtung unterschiedlich. Nach dem Schaltimpuls ist die Spule wieder ohne Spannung. Es bleibt also nur die Möglichkeit an den Relaiskontakten zu messen ob der Kontakt *geschlossen* oder *offen* ist.

2.0.4 Funktionskontrolle des Richtkopplers und Messplatine

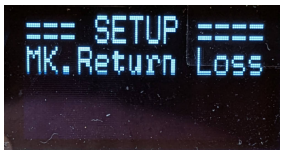
Ich habe den Tandem-Richtkoppler mit den beiden Übertragern von je 10 Windungen noch einmal untersucht und bin zu dem Schluss gekommen die Windungszahl auf 20 Windungen zu erhöhen. Das SETUP habe ich entsprechend erweitert und die Funktion „Auskopp.Daempf“ ist hinzu gekommen, wo wir die Windungszahl das Tandem-Richtkopplers einstellen können.

Wer die Windungszahl erhöhen möchte, kann die Windungszahl im SETUP korrigieren. Die neue Auskoppeldämpfung wird angepasst und fließt mit in die Berechnungen der Vorlaufleistung, Rücklaufleistung, Return Loss und SWR ein.



SETUP, „MK.Return Loss“

In der neuen Firmware ist auch wieder die Funktion „MK.Return Loss“ enthalten, mit der wir die Funktion des Richtkopplers überprüfen können.



Mit der *SETUP-Funktion* „MK.Return Loss“ kontrollieren wir die Wirkung des Richtkopplers. Das ist der Test des Richtkopplers und der Messplatine gemeinsam. Mit den voreingestellten Kalibrierdaten der beiden AD8307 können wir in etwa die Richtschärfe des Richtkopplers ablesen.

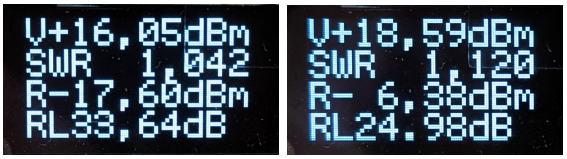
1. An die Koaxbuchse des PicATU20B schließen wir einen Messender an.
2. Den SymBa ziehen wird auf der Grundplatine *J8, HFout* ab.
3. Den Steckplatz *J8, HFout* schließen wir mit einem Abschlußwiderstand 50Ohm ab. Ich benutze dazu 2x 100 Ohm SMD 0805, parallel gelötet.

   Mit einem kleinen Stecker 50 Ohm an *J8, HFout* schließen wir den Richtkoppler ab.

Ein Abschluss besteht aus 2x 100 Ohm SMD 0805, parallel gelötet.

Wir starten im SETUP die Funktion „MK.Return Loss“. Im Display können wir die Richtschärfe, Zeile 4, und das dazu gehörige SWR, Zeile 2, ablesen und die dBm-Werte Vorlauf, Zeile 1, und Rücklauf, Zeile 3 zu sehen. Es sollten schon etwa 30dB Return Loss sein. Bei 30 MHz ist das nicht ganz der Fall, aber noch ausreichend.

Es sind mindestens 20mW notwendig, um ein realistisches Return Loss zu erreichen.



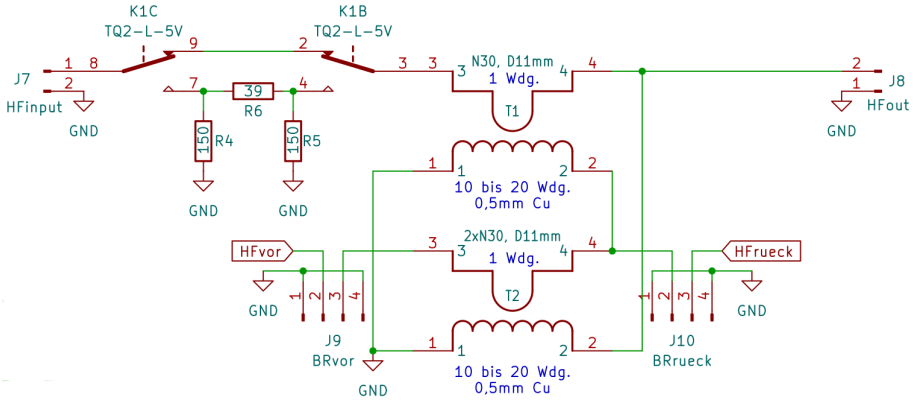
V (Pegel Vorlauf), R (Pegel Rücklauf), SWR und RL (Return Loss oder Richtschärfe). Links Richtschärfe bei 10 MHz und rechts bei 30 MHz.

Den Pegel war etwa 20 mW.

Der Richtkoppler und die Messplatine funktionieren!

Richtkoppler messen mit NWT2.0

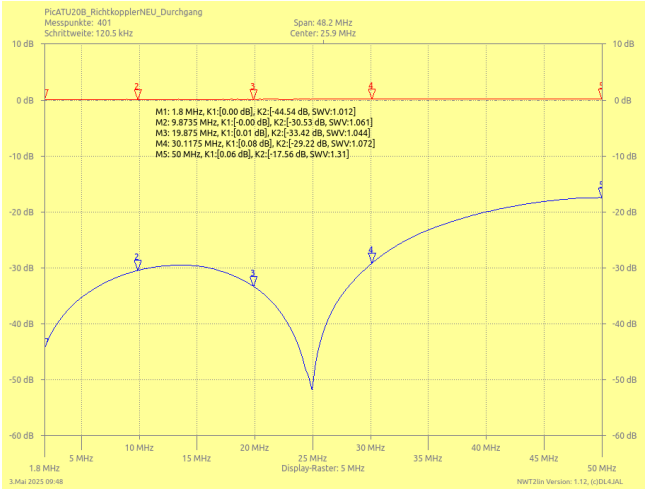
Der Richtkoppler kann auch sehr gut mit einem Netzwerkanalyser gemessen werden. Ich nehme gern den NWT2.0 vom Funkamateur. Dieser hat eine hohe Dynamik bis -80dB. Das ist genau das Richtige für unsere Zwecke. Nun die Messungen im Einzelnen. Noch einmal das Schaltbild des Richtkopplers.



Durchgangs-Messung

1. Output(DUT) des NWT2.0 verbinden mit J7, HF-Input
2. Input(DET) des NWT2.0 verbinden mit J8, HF-Out
3. J9, BRvor Pin 3, 4 mit 50 Ohm abschließen
4. J10, BRrueck Pin 1, 2 mit 50 Ohm abschließen

Wir überprüfen die Durchgangsdämpfung und das SWR des Durchganges. Dazu muss die Messplatine gesteckt sein, damit die beiden Messpunkte Vorlauf und Rücklauf mit 50 Ohm abgeschlossen sind.

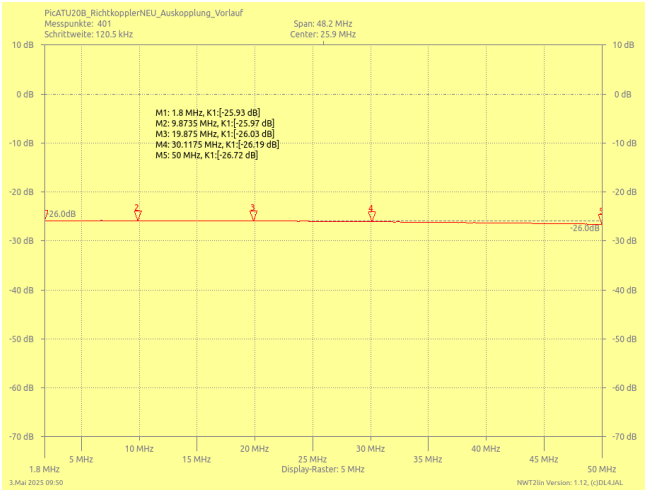


Gemessen der Leistungsdurchgang des Richtkopplers. Die rote Linie zeigt so gut wie keine Durchlassdämpfung. Das SWR ist im gesamten Nutzungsbereich der Kurzwelle ausgezeichnet.

Auskoppeldämpfung

1. Output(DUT) des NWT2.0 verbinden mit J7, HF-Input
2. Input(DET) des NWT2.0 verbinden mit J9, BRvor Pin 3, 4
3. J8, HF-Out mit 50 Ohm abschließen
4. J10, BRrueck Pin 1, 2 mit 50 Ohm abschließen

Als nächstes überprüfen wir die Auskopplung am Messpunkt „Vorlauf“. Die Auskopplung sollte möglichst über den gesamten Frequenzbereich den gleichen Wert haben. Messplatine ziehen. Ausgang des Richtkopplers mit 50 Ohm abschließen. Messausgang „Rücklauf“ mit 50 Ohm abschließen.



Die Auskopplung der Messsignale sollte über den gesamten Nutzungsbereich der Windungszahl entsprechen. Die Berechnung folgt anschließend.

Ich habe die Windungszahl beider Übertrager auf 20 Windungen erhöht. Die Auskoppeldämpfung wird errechnet:

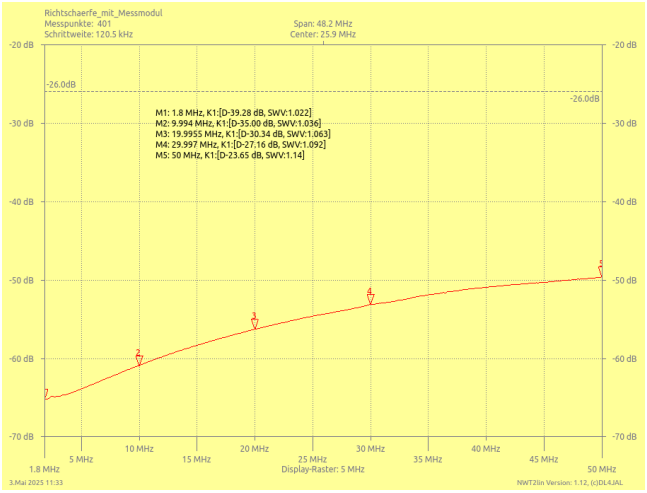
$$Auskoppeldaempfung(dB) = log(Windungen) * 20 = 26,02dB$$

Bis 30 MHz ist die Auskopplung fast exakt der gleiche Wert. Die Linie ist fast waagerecht.

Die Richtschärfe, Return Loss

1. Output(DUT) des NWT2.0 verbinden mit J7, HF-Input
2. Input(DET) des NWT2.0 verbinden mit J10, BRrück Pin 3, 4
3. J8, HF-Out mit 50 Ohm abschließen
4. Messplatine aufstecken.
5. J9, BRvor Pin 2, 3 Brücke stecken. Der 50 Ohm Abschluss, Vorlauf, befindet sich auf der Messplatine.

Am Messpunkt „Rücklauf“ können wir die Richtschärfe (Return Loss) überprüfen. Messplatine stecken. Ausgang des Richtkopplers mit 50 Ohm abschließen. Messausgang „Vorlauf“ mit der Messplatine verbinden (den Brückenstecker stecken).



Auch diese Messung ergibt in der gesamten Kurzwelle ausreichend gute Werte.

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.eu