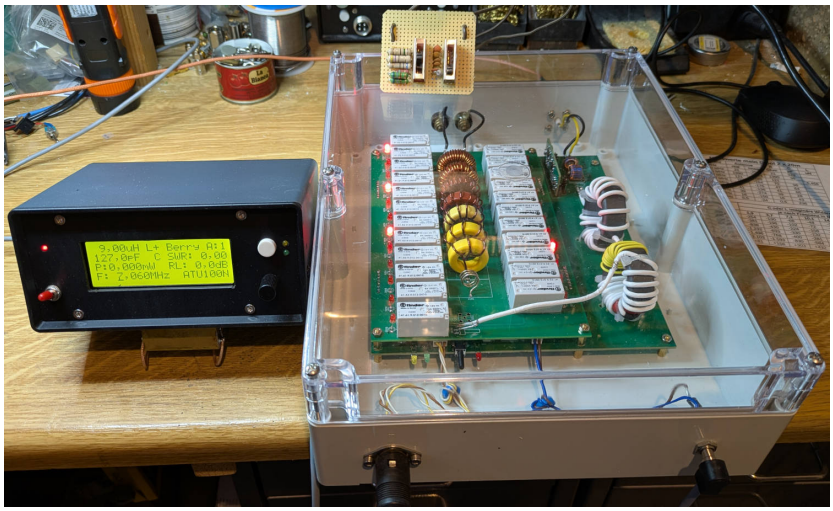
PicATU100N Auto-Antennentuner 100 Watt
Hardware Version 1.0
Aufbau und Inbetriebnahme

Andreas Lindenau DL4JAL

16. Oktober 2026

Zusammenfassung

Der „PicATU100N“ ist ähnlich dem PicATU500v2 nur für weniger Sendeleistung ausgelegt. Der PicATU100N verträgt etwas mehr als 100 Watt Sendeleistung. In die HW sind die neusten Erkenntnisse eingeflossen. Für die Fernbedienung wird die gleiche Steuerung wie für den PicATU500v2 verwendet. Es ist aber notwendig die Firmware der Fernbedienung auf den neusten Stand zu bringen, mit einem Update auf mindestens Version 2.11.



Links die Fernbedienung in einem Gehäuse von „BAHAR Enclosure“. Rechts der PicATU100N in einem Gehäuse von „Reichelt“ mit durchsichtigem Deckel. Hinten die kleine Lochraster-Platine ist meine Kunstantenne für meine Abstimmversuche. Für die Suche der Anpassung reicht schon die geringe Sendeleistung von 1 Watt.

Inhaltsverzeichnis

1 Der Aufbau des PicATU100N **1**
1.1 Gehäuse . . . 1
1.2 Baugruppen, PicATU100N . . . 1
1.2.1 Die Grundplatine „grund_pl“ . . . 1
1.2.1.1 Die ICs der Grundplatine . . . 2
1.2.1.1.1 PIC18F26K22 . . . 2
1.2.1.1.2 2x MCP23S17 . . . 2
1.2.1.1.3 3x ULN2803 . . . 2
1.2.1.1.4 MC78M05 . . . 2
1.2.1.1.5 Eeprom seriell 24LC512 . . . 2
1.2.1.2 Die Stecker auf der Grundplatine . . . 2
1.2.1.2.1 J201, Programmer . . . 2
1.2.1.2.2 J202, RS232 . . . 2
1.2.1.2.3 J203, SV, 12 Volt Stromversorgung . . . 2
1.2.1.2.4 J204, BRvor . . . 3
1.2.1.2.5 J205, Input . . . 3
1.2.1.2.6 J206, BRrück . . . 3
1.2.1.2.7 J207, SymBa . . . 3
1.2.1.2.8 J208 bis J211, Verbindung zur LC-Platine 3
1.2.1.2.9 J212, Service . . . 3
1.2.1.2.10 J213, RS232_control . . . 4
1.2.1.2.11 MOD201, Buchse für das Messmodul . . . 4
1.2.2 Die LED’s der Grundplatine . . . 4
1.2.2.1 LED gelb, RS232-UART TX Kontrolle . . . 4
1.2.2.2 LED grün, RS232-UART RX Kontrolle . . . 4
1.2.2.3 LED rot, Service LED . . . 4
1.2.2.4 Servicetaste . . . 5
1.2.3 Die LC-Platine . . . 5
1.2.3.1 Abschirmung zwischen „Grundplatine“ und „LC-Platine“ . . . 5
1.2.3.2 L-Glied . . . 5
1.2.3.3 C-Glied . . . 6
1.2.3.4 Die LC-Varianten . . . 6
1.2.4 Richtkoppler . . . 7
1.2.4.0.1 Auskoppeldämpfung . . . 9
1.2.4.0.2 Die Richtschärfe, Return Loss . . . 9
1.2.4.0.3 Durchgang Messung . . . 10
1.2.5 Das Messmodul . . . 11

1.2.6 Der Symmetrie-Balun, Hybrid-Balun, SymBa200 12
1.3 Inbetriebnahme des PicATU100N 13
1.3.1 Die Funktion der Service-Taste auf der Grundplatine . . . 13
1.3.1.0.1 Servicetaste kurz drücken, rote LED blinkt einmal 13
1.3.1.0.2 Servicetaste lange drücken, rote LED blinkt zweimal 13
1.3.1.0.3 Servicetaste lange drücken, rote LED blinkt dreimal 13
1.3.1.0.4 Servicetaste lange drücken, rote LED blinkt viermal 13

2 Fernsteuerbaugruppe HW V2.0 **14**
2.0.1 Stecker auf der Platine 16
2.0.1.1 J1 SV 12V, 2 polig 16
2.0.1.2 J2 Programmer, 5 polig 17
2.0.1.3 J3 Drehgeber, Taste, 5 polig 17
2.0.1.4 J4 RS232 für das Splitfilter nach DL4JAL, 2 polig 17
2.0.1.5 J5, J6, J7, J8 für Module mit SV 5V, 5 polig . . 17
2.0.1.5.1 Das RS232-Modul 18
2.0.1.5.2 Das USB-Modul 18
2.0.1.5.3 Direkter Anschluss 20
2.0.1.6 J9 RS232 PicATU500, 3 polig 20
2.0.1.7 Hintergrundbeleuchtung LCD-Anzeige, Der Widerstand R7 20
2.0.1.7.1 LCD-Display, Materialbeschaffung . . . 21
2.0.2 Montage der LEDgelb und LEDgrün 21
2.0.3 Inbetriebnahme, Fernsteuerung 22
2.0.3.1 Datenleitung an PicATU100N und Fernbedienung anschließen 22
2.0.3.2 Prinzip des Datenaustausches 23
2.0.3.3 Datenaustausch PicATU100N und Fernsteuerung, Fehlersuche 23
2.0.3.3.1 Fernsteuerkabel abgezogen 23
2.0.3.3.2 Fernsteuerkabel angesteckt und verbunden 24

3 Schlusswort **26**

Kapitel 1

Der Aufbau des PicATU100N

Das „N“ am Ende der ATU-Bezeichnung bedeutet „Neu“. Ich habe schon mal einen PicATU100 entwickelt, der ist aber ganz anders aufgebaut und war ein Nachbau eines englischen OMs „Peter Rhodes, G3XJP“.

1.1 Gehäuse

Ich habe dieses Mal auf ein fertiges Gehäuse zurück gegriffen. Sonst habe ich die Gehäuse immer selbst gebaut. Bei Reichelt habe ich das Gehäuse mit der Artikelnummer „5U250310“ gefunden. Es ist etwas größer als meine Leiterplatten.

Ein Bild aus dem Internet vom verwendeten Gehäuse.

1.2 Baugruppen, PicATU100N

Der PicATU100N besteht aus 3 Leiterplatten Die Schaltpläne um PicATU100N sind im Anhang zu sehen.

1.2.1 Die Grundplatine „grund_pl“

Auf dieser Platine befindet sich die gesamte Steuerung und der Richtkoppler mit der aufgesteckten Messplatine.

1.2.1.1 Die ICs der Grundplatine

1.2.1.1.1 PIC18F26K22 Im PIC18F26K22 befindet sich die Firmware des PicATU100N. Von hier aus wird alles gesteuert.

1.2.1.1.2 2x MCP23S17 Die beiden ICs sind eine Porterweiterung. Jeder MCP23S17 hat 16 Pins die als Eingang oder Ausgang programmiert werden können. Wir brauchen die ICs als Ausgang zum ansteuern der 23 Relais. Deshalb ist auch noch ein zweiter MCP23S17 auf der Platine, 16 Pins reichen ja nicht. Die beiden MCP23S17 werden über eine „SPI-Schnittstelle“ angesteuert.

1.2.1.1.3 3x ULN2803 Die drei ULN2803 steuern direkt die 12 Volt Relais an. In jedem ULN2803 sind 8 Darlington-Transistorstufen. Angesteuert wird mit TTL-Pegel.

1.2.1.1.4 MC78M05 Das ist der Spannungsregler für die „5 Volt Strecke“.

1.2.1.1.5 Eeprom seriell 24LC512 Dieser Eeprom dient der Abspeicherung der Match-Einstellung des PicATU100N. Dieser kleine Eeprom hat 512 kBit Speicherkapazität. Das entspricht 64 kByte Speicherplatz. Das ist sehr reichlich. Darauf komme ich in der Beschreibung der Software zurück.

1.2.1.2 Die Stecker auf der Grundplatine

1.2.1.2.1 J201, Programmer Das ist der Stecker für die Programmierung des PIC18F26K22 direkt in der Platine. Ich benötige diesen Stecker für die Programmentwicklung. So geht das Entwickeln der Software am schnellsten.

Pin	
1	VPP zum Pin 1 vom PIC18F26K22
2	+5 Volt Betriebsspannung
3	GND 0 Volt Masse
4	PGD RB7 Pin 28 vom PIC18F26K22
5	PGC RB6 Pin 27 vom PIC18F26K22

1.2.1.2.2 J202, RS232 Dieser Stecker ist für die Verbindung zur Fernsteuerung. Es werden 4 Drähte benötigt. 1 Leitungspaar ist für „RX“ und ein Leitungspaar für „TX“. Mit den Transistoren Q201 und Q202 wird das „TX-Signal“ sehr niederohmig erzeugt.

Pin	
1	UART TX Sendesignal zur Fernbedienung
2	GND Masse
3	UART RX Empfangssignal von der Fernbedienung

1.2.1.2.3 J203, SV, 12 Volt Stromversorgung An J203 werden die 12 Volt Betriebsspannung eingespeist. Die Diode „BD240“ soll ein Verpolen verhindern.

Pin	
1	GND Masse 0 Volt
2	+13,8 Volt Stromversorgung

1.2.1.2.4 J204, BRvor Das ist ein Brückenstecker für das Richtkopplersignal „Vorlauf“. An diesem Brückenstecker können wir Messungen am Richtkoppler und die Kalibrierung des AD8307-Vorlauf durchführen. In der Beschreibung der Software gehe ich noch näher darauf ein.

Pin	
1	GND Masse
2	+5 Volt Betriebsspannung
3	zum Messeingang Uvor zum Messmodul
4	zum Richtkoppler Uvor HF-Signal
5	GND Masse

1.2.1.2.5 J205, Input J205 ist nur eine Lötfläche auf der Leiterplatte. Beide Lötflächen werden mit der Koax-Buchse mit Litze verbunden. Ich habe flexible Litze 0,5mm^2 verwendet. Die Litzen sind sehr kurz. Ich habe sie etwas verdrillt (50 Ohm Impedanz).

1.2.1.2.6 J206, BRrück Das ist ein Brückenstecker für das Richtkopplersignal „Rücklauf“. An diesem Brückenstecker können wir Messungen am Richtkoppler und die Kalibrierung des AD8307-Rücklauf durchführen. In der Beschreibung der Software gehe ich noch näher darauf ein.

Pin	
1	GND Masse
2	+5 Volt Betriebsspannung
3	zum Richtkoppler Urueck HF-Signal
4	zum Messeingang Urueck zum Messmodul
5	GND Masse

1.2.1.2.7 J207, SymBa J207 ist auch nur eine Lötfläche auf der Leiterplatte. Hier wird das Koaxkabel RG188 vom „SymBa-Übertrager“ direkt angelötet.

1.2.1.2.8 J208 bis J211, Verbindung zur LC-Platine J208 bis J211 sind jeweils 4x 8-polige Buchsenleisten. Auf diese Buchsenleisten wird die LC-Platine aufgesteckt.

Pin	**J208**	**J209**	**J210**	**J211**
1	+12 Volt	Relais KL4	+12 Volt	Relais KC7
2	+12 Volt	Relais KL3	+12 Volt	Relais KC8
3	Relais KLC4	Relais KL2	Relais KC1	Relais KC9
4	Relais KLC3	Relais KL1	Relais KC2	Relais KC10
5	Relais KL8	Relais KLC1	Relais KC3	Relais KC11
6	Relais KL7	Relais KLC2	Relais KC4	+12 Volt
7	Relais KL6	+12 Volt	Relais KC5	+12 Volt
8	Relais KL5	+12 Volt	Relais KC5	+12 Volt

1.2.1.2.9 J212, Service Diese Buchse bleibt bei mir frei. J212 ist für die „Service LED rot“ und den „Service-Taster“ wenn beides nach außen geführt werden soll. Dann ist auf der Platine der Taster „SW201“ und die „LED D203“ nicht zu bestücken.

Pin	
1	LED Anode
2	Servicetaste
3	GND Masse

1.2.1.2.10 J213, RS232_control Möchte man die zwei LEDs für die Datenflusskontrolle der RS232-Fernsteuerschnittstelle auch nach außen führen ist J213 dafür vorgesehen. Auch hier gilt. Die beiden LEDs „D201“ und „D202“ werden nicht bestückt.

Pin	
1	LED gelb Katode
2	LED grün Katode
3	+ 5 Volt

1.2.1.2.11 MOD201, Buchse für das Messmodul Die beiden Buchsen einmal 3-polig und einmal 5-polig sind für das Messmodul. Das Messmodul wertet den Ausgang des Richtkopplers aus. Einmal die HF-Pegel „Vorlauf“ und „Rücklauf“. Gleichzeitig wird mit einem schnellen Komperator-IC das Vorlaufsignal in eine Rechteckform gewandelt zum messen der Sendefrequenz im PC18F26K22.

Pin	
1	+12 Volt
2	GND Masse
3	Messeingang HF Signal Urueck
4	Ausgang Rechtecksignal Frequenz
5	Messeingang HF Signal Uvor
6	GND Masse
7	Gleichspannung Messsignal Uvor
8	Gleichspannung Messsignal Urueck

1.2.2 Die LED's der Grundplatine

Auf der Grundplatine befinden sich 3 Leuchtdioden. Die Leuchtdioden zeigen verschieden Infos an.

1.2.2.1 LED gelb, RS232-UART TX Kontrolle

Wir über die RS232 ein Datensatz zur Fernbedienung gesendet leuchtet die gelbe LED für die Dauer der Sendung auf.

1.2.2.2 LED grün, RS232-UART RX Kontrolle

Wir über die RS232 ein Datensatz von der Fernbedienung empfangen leuchtet die grüne LED für die Dauer der Sendung auf.

1.2.2.3 LED rot, Service LED

Die rote LED signalisiert Service-Test-Zustände und steht im Zusammenhang mit der Service-Taste.

1.2.2.4 Servicetaste

Mit der Service-Taste ist es möglich einige Funktionen ohne die Fernbedienung zu testen. Die Beschreibung der „Service-Taste“ erfolgt im Kapitel 1.3.1 auf der Seite 13.

1.2.3 Die LC-Platine

Es gibt neue Erkenntnisse vom Aufbau des PicATU100N. Es ist unbedingt notwendig zwischen „Grundplatine“ und „LC-Platine“ ein Abschirmung einzubringen.

1.2.3.1 Abschirmung zwischen „Grundplatine“ und „LC-Platine“

Beim Austesten des PicATU100N ist mir aufgefallen, dass ab etwa so 50 Watt Sendeleistung keine Rückmeldungen mehr vom PicATU100N zur Fernbedienung kommt. Ich konnte mir das nicht erklären. Normalerweise wird sofort der gemessene Vorlaufpegel an die Fernbedienung zurück gemeldet.
Nach genauer Analyse treten bei Sendeleistungen über 40 Watt EMV-Probleme auf. Die Sendeenergie strahlt in die elektronische Steuerung ein.

Abhilfe schafft eine Abschirmung zwischen „Grundplatine“ und „LC-Platine“. Ich habe die 4 x 8-poligen Steckverbinder J104, J105, J106 und J107 ausgelötet und Steckverbinder mit längeren Stiften eingelötet (die Stifte müssen 10 mm länger werden). Auf der „Grundplatine“ auf die vorhandenen 4 Abstandsbolzen wird eine Abschirmplatine montiert (Platinenmaterial FR4 einseitig oder zweiseitig mit CU beschichtet). Es würde auch ein Alublech von der Größe der „LC-Platine“ gehen. Die Abschirmung hat die gleiche Größe wie die „LC-Platine“. Die vier Steckverbinder J104 bis J107 müssen ausgespart werden. Auf den 4 Abstandbolzen 10 mm Länge werden noch einmal 4 Abstandsbolzen 10 mm aufgeschraubt und dann erst die „LC-Platine“. Die Abschirmplatine reduziert die Einstrahlung auf die Steuerelektronik erheblich. Bei 80 Watt Sendeleistung habe ich keine negativen Effekte mehr festgestellt.

Auf der „LC-Platine“ befindet sich das L-Glied mit 8 Relais, das C-Glied mit 11 Relais und die LC-Varianten-Umschaltung mit 4 Relais. Die Relais sind zu Sicherheit groß dimensioniert mit 16 A Schaltstrom. Ich nutze immer ein einfaches „LC-Glied“ auch für das Anpassen symmetrischer Antennen-Gebilde. Das „Geheimnis“ ist der Aufbau des LC-Gliedes ohne eine Verbindung zur HF-Masse (GND). Das „LC-Glied“ ist sozusagen „HF-Schwimmend“ montiert. Der noch zu beschreibende „SymBa200“ verbindet das Sendesignal zwischen Richtkoppler und LC-Glied. Die Kombination aus Mantelwellensperre und Symmetrierbalun verhintert das Zurückfließen der HF vom Sendesignal zum Koaxkabel (der Einspeisung). Durch diese Konstruktion ist der PicATU100N für unsymmetrische und auch für symmetrische Antennen geeignet.

1.2.3.2 L-Glied

Das L-Glied ist binär aufgebaut. Die kleinste Induktivität 80 nH und die größte Induktivität 10,4 uH. Nur die kleinste Induktivität ist eine Luftspule. Alle an-

deren Induktivitäten sind Ringkerne mit der Größe T94. Die Windungszahlen nenne ich nicht. Es muss jede Induktivität ausgemessen werden.

Mit dem „mini Ringkern-Rechner“ kann man sich die Windungszahlen berechnen lassen. Die Windungszahlen sind aber nur eine Orientierung. Bitte alles nachmessen!

L	Wert	CuL	Ringkern	Wdg.Rechner	Wdg.real
1	10,4 uH	0,8 mm	T 94-2	35	34
2	5,2 uH	0,8 mm	T 94-2	25	24
3	2,6 uH	1,2 mm	T 94-2	18	17
4	1,3 uH	1,2 mm	T 94-2	12	12
5	640 nH	1,2 mm	T 94-6	10	8
6	320 nH	1,2 mm	T 94-6	7	5
7	160 nH	1,2 mm	T 94-6	5	4
8	80 nH	1 mm CuAg	Luftspule	3	3

1.2.3.3 C-Glied

Das C-Glied hat ebenfalls eine binäre Abstufung. Der kleinste Wert ist 0,8 pF und der größte Wert 800 pF. Alle Kondensatoren sind in SMD-Ausführung. Die Nennspannung beträgt bei allen Kondensatoren 2 kV. Bein manchen Werten habe ich 4 Kondensatoren eingesetzt um die HF-Belastung zu senken.

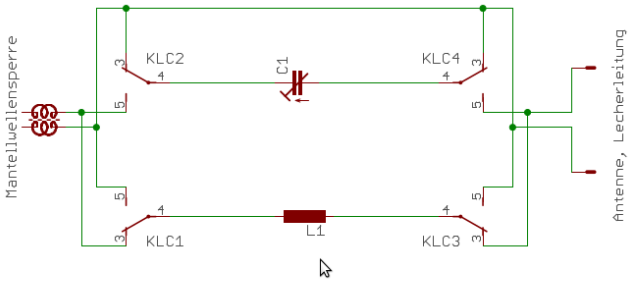
Alle Kondensator habe ich bei „Digikey“ ausgesucht und bestellt.

1.2.3.4 Die LC-Varianten

Auch bei diesem Tuner habe ich wieder umschaltbare LC-Varianten vorgesehen. Das erweitert die Möglichkeiten der Impedanzanpassung enorm. Ich L und C untereinander tauschen und „nur L“ oder „nur C“ ist auch möglich.

Var.	KLC1	KLC2	KLC3	KLC4	Beschreibung
0	AUS	AUS	AUS	AUS	nur L in Reihe
1	AUS	AUS	AUS	EIN	L in Reihe und C parallel an der Antenne
2	AUS	EIN	AUS	AUS	L in Reihe und C parallel am TX
3	EIN	EIN	AUS	EIN	C in Reihe und L parallel an der Antenne
4	AUS	EIN	EIN	EIN	C in Reihe und L parallel am TX
5	EIN	EIN	EIN	EIN	nur C in Reihe

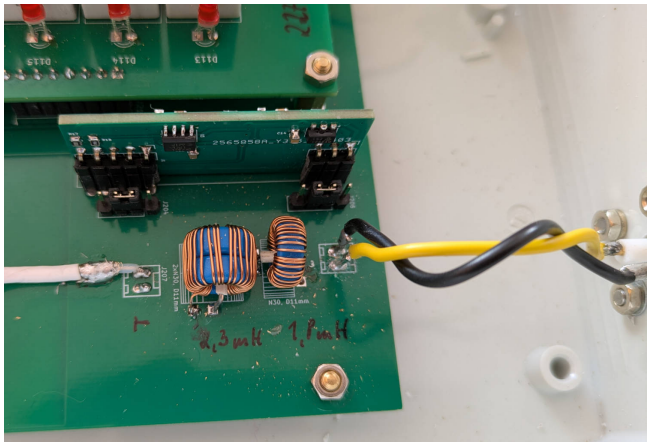
Mit diesen Möglichkeiten gelingt die Anpassung der Impedanz fast immer. Es gibt nur ganz wenige Ausnahmen. Hier noch ein Blockschaltbild zu den LC-Varianten:



	KLC1	KLC2	KLC3	KLC4
L	0	0	0	0
L C	0	0	0	ein
C L	0	ein	0	0
C L	ein	ein	0	ein
L C	0	ein	ein	ein
C	ein	ein	ein	ein

1.2.4 Richtkoppler

Für die Messung der Impedanz-Anpassung verwende ich wieder ein Richtkoppler mit 2 Übertragern. Diesen Richtkoppler braucht man nicht abgleichen. Der funktioniert auf Anhieb. Für den Übertrager „T202“ habe ich 2 Rinkerne RIK10 parallel genommen. So ist der HF-Widerstand etwas größer.

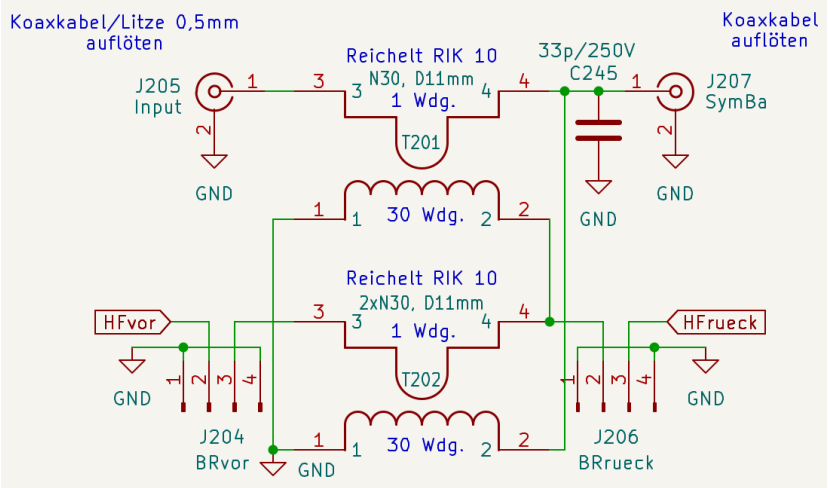


In Bild des Richtkopplers im PicATU100N. Ich habe die Induktivität beider Übertrager gemessen. Der Übertrager mit einem Ringkern hat 1,8 mH und der Übertrager mit 2 Ringkernen hat 2,3 mH. Das ist optimal für unseren Richtkoppler. Der HF-Widerstand ist auch bei tiefen Frequenz sehr hoch.

Hinter dem Richtkoppler sehen wir die Messplatine. Die wird nur aufgesteckt. Die Verbindung zur N-Buchse habe ich mit 2 Litzen 0,5mm gemacht.

Für die kurze Verbindung ist kein Koaxkabel nötig. Links das weise Koaxkabel ist RG188, ein Ende vom SymBa200.

Es folgt das Schaltbild des Richtkopplers und die „einfache“ Erklärung der Funktion.



Kurz zur Funktion des Richtkopplers. Der oberste Übertrager „T201“ ist die Stromauskopplung. Der Antennenstrom geht beim Senden durch die eine Windung vom „T201“. Der Antennenstrom wird durch 30 geteilt (30 Windungen) und in „T202“ „eine Windung eingekoppelt. „T202“ ist die Spannungsauskopplung des Sendesignales. Der Spannungsanteil des Sendesignales wird in „T202“ „30 Windungen“ eingekoppelt. Die „eine Windung“ von „T202“ enthält durch 30 geteilt (30 Windungen) den Spannungsanteil des Sendesignales. Ist „J207“ „HFvor“ und „HFrueck“ mit jeweils 50 Ohm abgeschlossen, messen wir an „HFrueck“ keine HF-Spannung. Da die Stromauskopplung und die Spannungsauskopplung genau um 180 Grad Phasen gedreht sind und mit genau gleicher Amplitude sich aufheben. An „HFvor“ sind die Stromauskopplung und die Spannungsauskopplung Phasengleich, also 0 Grad. Beide Amplituden der Auskopplung addieren sich also. Den Spannungsbetrag an „HFvor“ und „HFrueck“ nutzen wir zum Berechnen von „Return Loss“ und auch mit zur Messung der Sendeleistung.

Sobald an „J207“ sich die Impedanz verändert, gerät der Richtkoppler aus dem Gleichgewicht der HF-Pegel am Messpunkt „HFrueck“ steigt an. Egal ob die Impedanz an „J207“ größer oder kleiner wird. Auch ein „imaginärer Widerstand“ durch eine Induktivität oder Kapazität lässt den lässt den HF-Pegel am Messpunkt „HFrueck“ ansteigen, da das Gleichgewicht der Phasenwinkel (ideal sind 180 Grad) sich verschiebt. Verschiebt sich der Phasenwinkel zwischen Stromauskopplung und Spannungsauskopplung wird der HF-Pegel an „HFrueck“ größer.

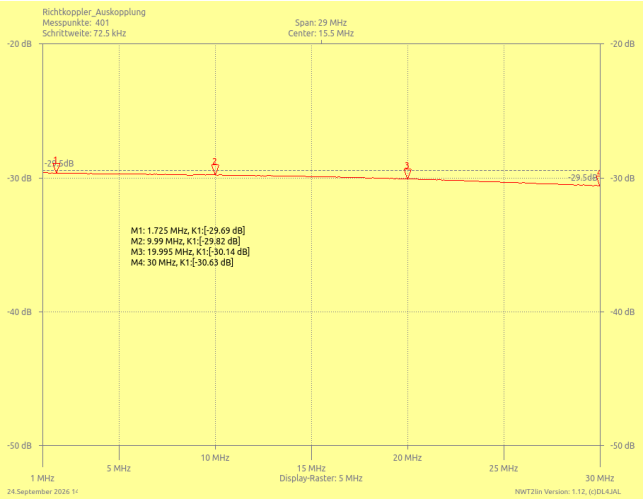
Ein weiterer Vorteil dieses Richtkopplers ist die genaue berechenbare Auskoppeldämpfung. Das ist der Pegelunterschied zwischen „J205, TX Sendepegel“ und „HFvor“. Die Formel dazu lautet:

$$Auskoppeldaempfung(dB) = log(Windungen) * 20 = 29,54dB$$

Bei unserem Richtkoppler beträgt die Auskoppeldämpfung genau 29,54 dB. Ich habe das mit dem NWT2.0 nachgemessen.

1.2.4.0.1 Auskoppeldämpfung

1. Output(DUT) des NWT2.0 verbinden mit J205, HF-Input
2. Input(DET) des NWT2.0 verbinden mit J204, BRvor Pin 3, 4
3. J207, HF-Out mit 50 Ohm abschließen
4. J206, BRrueck Pin 1, 2 mit 50 Ohm abschließen

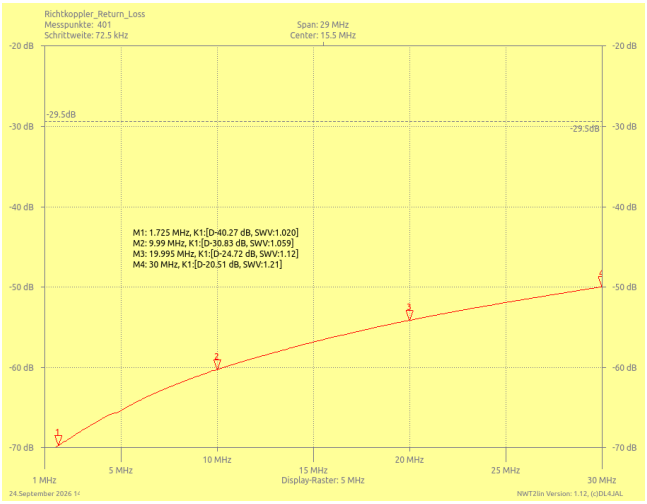


Die Auskopplung wird bei höheren Frequenzen etwas größer. Das können wir verschmerzen.

Der nächste interessante Messwert ist die Richtschärfe, auch „Return Loss“ genannt. Mit dem NWT2.0 messen wir die Richtschärfe.

1.2.4.0.2 Die Richtschärfe, Return Loss

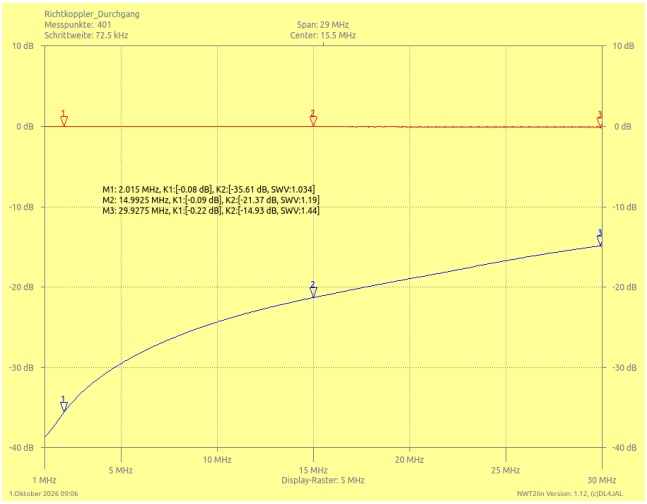
1. Output(DUT) des NWT2.0 verbinden mit J205, HF-Input
2. Input(DET) des NWT2.0 verbinden mit J206, BRrück Pin 1, 2
3. J207, HF-Out mit 50 Ohm abschließen
4. J204, BRvor Pin 2, 3 Brücke stecken. Der 50 Ohm Abschluss, Vorlauf, befindet sich auf der Messplatine.



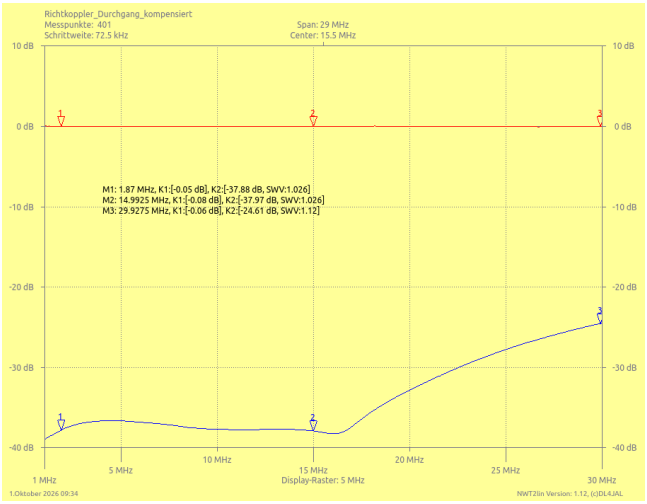
Auch diese Messwerte sind ausreichend gut.

1.2.4.0.3 Durchgang Messung

1. Output(DUT) des NWT2.0 verbinden mit J205, HF-Input
2. Input(DET) des NWT2.0 verbinden mit J207, zum SymBa200
3. J204, BRvor Pin 2, 3 Brücke stecken. Der 50 Ohm Abschluss, Vorlauf, befindet sich auf der Messplatine.
4. J206, BRrueck Pin 2, 3 Brücke stecken. Der 50 Ohm Abschluss, Vorlauf, befindet sich auf der Messplatine.

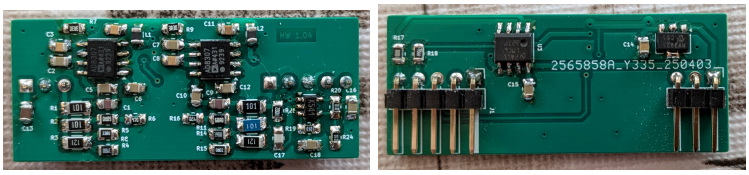


Eine weitere interessante Messung ist das Durchgangsverhalten. Das sollte bis 30 MHz gut funktionieren. Das ist bei 30 MHz gerade noch ausreichend. Mit einem Kondensator 33pF kann man das Durchgangsverhalten kompensieren.



Diese Durchgangsmessung sieht schon viel besser aus. Das SWR bei 30 MHz ist jetzt sehr gut, verbessert von SWR 1,44 auf SWR 1,12. Auch die Durchgangsdämpfung „S21“ bei 30 MHz hat sich verbessert, erst -0,22 dB und jetzt -0,06 dB. Ein Kondensator SMD/1206 33 pF/250 V an J207 gegen Masse sind optimal. Bitte auf die Spannungfestigkeit achten.

1.2.5 Das Messmodul



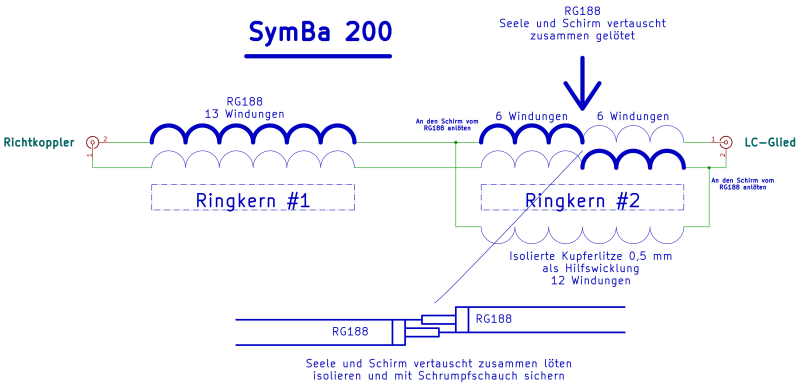
Die Messung an „HFvor“ und „HFrueck“ mache ich wieder mit dem IC AD8307. Der Vorteil ist der sehr große Dynamikbereich von theoretisch 90 dB, erlaubt mit nur 1 Watt Sendeleistung eine Anpassung an die Antennen-Impedanz zu suchen. Das schont die Relais im PicATU100N.

Zusätzlich habe ich eine schnellen Komparator TS3011 für die Frequenzmessung mit vorgesehen. Ich greife am „HFvor“ mit R307, 10k und C303, 100pF ein wenig HF-Spannung ab. Der TS3011 macht daraus ein Rechtecksignal, welches zum PIC18F26K22 Pin 4 (Frequenz Messeingang) geführt wird. Die Software führt dann die Messung durch mit einer Torzeit von 10 mSekunden.

Das Schaltbild zum Messmodul ist im Anhang einzusehen. An jedem Eingang des AD8307 habe ich ein Anpassnetzwerk mit genau 50 Ohm Eingangs-Impedanz vorgesehen. Der Dämpfungswert des Netzwerkes beträgt etwa 18dB. Rechnet man die Auskoppeldämpfung des Richtkopplers hinzu kommt man auf etwa 48 dB Dämpfung, vom Sendesignal zum Messeingang am AD8307 Pin 8. Laut Datenblatt des AD8307 verträgt der Messeingang maximal +17 dBm. Das ergibt zusammen gerechnet +65 dBm Maximalpegel. Diesen Pegel erreichen wir auf keinen Fall. Der PicATU100N verträgt maximal etwa 200 Watt. Das sind umgerechnet +53 dBm.

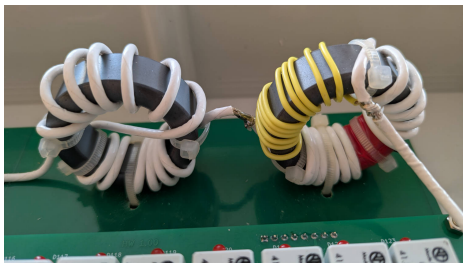
1.2.6 Der Symmetrie-Balun, Hybrid-Balun, SymBa200

Zwischen Richtkoppler und der Platine mit dem LC-Glied kommt bei meinen Tunern-Projekten, die ich konstruiere, immer eine Mantelwellensperre oder noch besser eine Kombination aus Mantelwellensperre und Symmetrierglied, auch „SymBa“ genannt. Da das LC-Glied nicht symmetrisch aufgebaut ist, muss zumindest eine Mantelwellensperre eingefügt werden. Wie gesagt ein „SymBa“ ist noch besser. Zuerst ein Schaltbild des SymBa200.



Die Ringkerne sind bei RS-Online erhältlich. Das Koaxkabel RG188 ist im Internet zu finden. Für 100 Watt Sendeleistung sollte es schon RG188, Dielektrikum PTFE (Teflon), sein.

Das ist ein Ferrit-Ringkern, Material 4W620, Bezeichnung: Wurth 7427015.



Hier ein Bild von meinem SymBa200 im Tuner im PicATU100N.

Ein ausführliche Beschreibung vom Aufbau des „SymBa200“ ist auch in der PDF von DG0SA auf meiner Internetseite zu finden, „symba200.pdf“.

1.3 Inbetriebnahme des PicATU100N

Ohne Fernbedienung können wir auch schon einige Tests durchführen.

1.3.1 Die Funktion der Service-Taste auf der Grundplatine

Mit der einzelnen Taste können wir ohne Fernbedienung den PicATU100N verschiedene Funktionen testen.

1.3.1.0.1 Servicetaste kurz drücken, rote LED blinkt einmal Drücken wir die Servicetaste nur ganz kurz, leuchtet die rote LED einmal auf und ein Datensatz wird zur Fernbedienung gesendet. Das sehen wir auch am kurzen aufleuchten der gelben LED.

1.3.1.0.2 Servicetaste lange drücken, rote LED blinkt zweimal Drücken wir die Servicetaste länger und warten so lange bis die rote LED das zwei mal blinkt, beginnt nach dem Loslassen der Taste die zweite Testfunktion.

- In 1 Sekunden-Rhythmus ziehen der Reihe nach die Relais vom L-Glied an und fallen wieder ab.
- Die vier Relais der LC-Variante (Variante 5 nur C) ziehen an und anschließend die Relais vom C-Glied der Reihe nach. Jedes Relais bleibt 5 Sekunden angezogen bevor das nächste Relais folgt. So hat man die Möglichkeit mit einem LC-Messgerät die Kapazität zwischen J101, Pin1 und J103 zu messen.
- Als letztes wird im Rhythmus von 2 Sekunden die LC-Variante[0] bis LC-Variante[5] geschaltet.
- Alle Relais fallen wieder ab

1.3.1.0.3 Servicetaste lange drücken, rote LED blinkt dreimal Alle Relais schalten im Wechsel ein und wieder aus. Taste drücken beendet die Funktion.

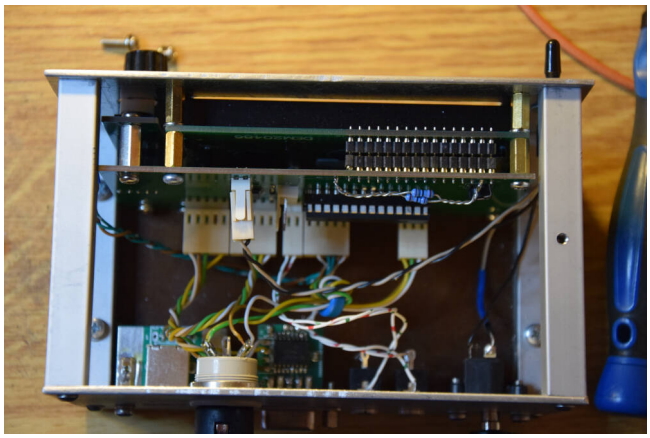
1.3.1.0.4 Servicetaste lange drücken, rote LED blinkt viermal Da ist noch keine Funktion zugeordnet.

Kapitel 2

Fernsteuerbaugruppe HW V2.0

Alle Einstellungen und Funktionen werden mit der Fernbedienung gesteuert und ausgeführt. Deshalb ist es notwendig mit als Erstes die Fernbedienung aufzubauen.

Die Fernbedienung, das Display beim Senden. Es wird die Sendeleistung, Return-Loss und das SWR angezeigt. Rechts befinden sich die 2 LED's für die Datenflusskontrolle. Rechts ist noch der Drehgeber und die Einzel-Taste (weis) zu sehen.



Den Deckel abgeschraubt. Die Fernbedienung von innen.

Das Display ist auf der Rückseite der MC-Platine aufgesteckt und mit Abstandsbolzen M3, 10mm Länge, fest geschraubt. Dieser Abstand richtet sich aber nach der verwendeten 16-poligen Steckverbindung (Display - MC-Platine). Ich verwende gern Präzisionskontakte *(Reichelt SPL 64 und AW 122/32)*.

Die kleine Platine mit dem Taster und Drehgeber ist links zu sehen. Die Abstandsbolzen sind M3 und 12mm Länge. Also etwas länger als der Displayabstand.

Das ist noch die MC-Platine mit dem USB-IC FT232RL. Bei der neuen Platine ist der FT232RL mit auf dem USB-Modul.

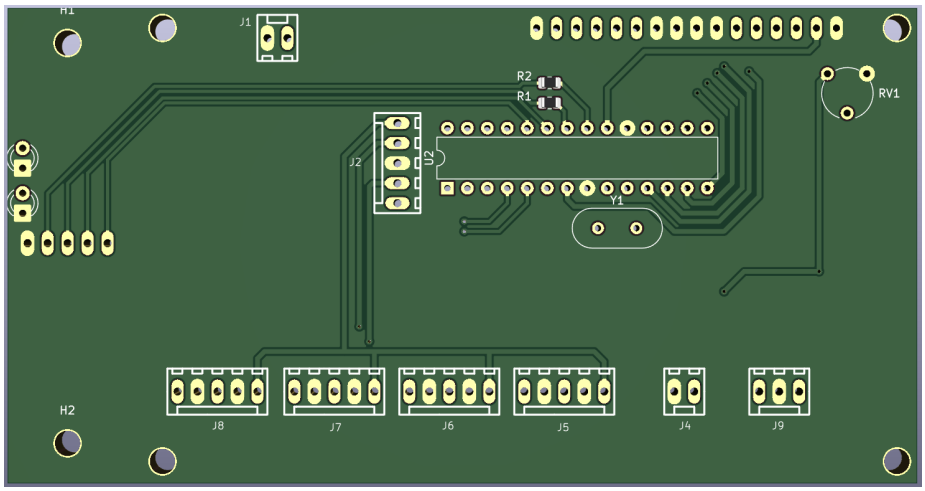
An der Rückseite befinden sich die Anschlüsse. USB, das Fernbedienkabel, die RS232, 3mm Klinke CV-I oder PicAStar, RS232 Splitfilter (nur für DL4JAL) und die Stromversorgung 12V.

Die Fernsteuerleitung habe ich noch einmal mit 4 Windungen mit einem Ringkern N30 abgeblockt. Sicher ist Sicher!

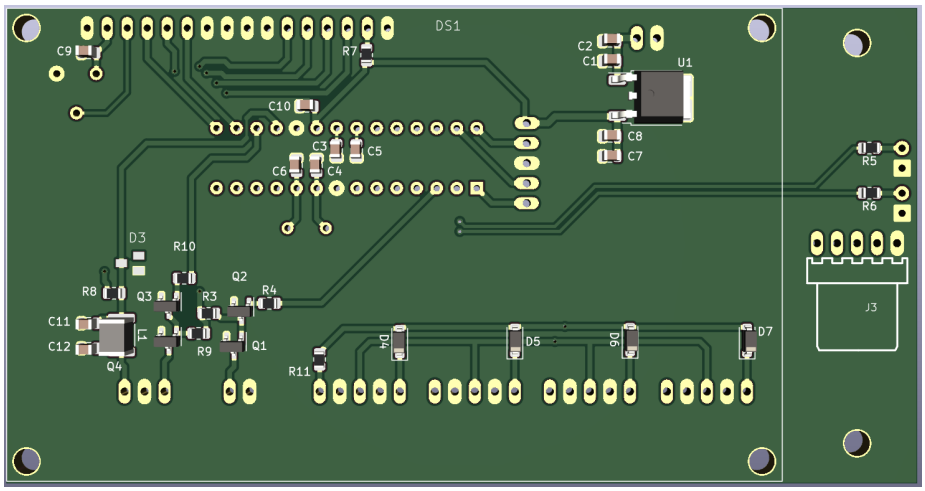
Den Vorwiderstand für die Hintergrundbeleuchtung des Displays habe ich von 5V abgeleitet. An 12V angeschlossen wurde der Widerstand sehr heiß. Das ist aber je nach Display-Typ sehr unterschiedlich. Auf der neuen MC-Platine entfällt die 12V-Möglichkeit.

2.0.1 Stecker auf der Platine

Zuerst eine virtuelle Ansicht der MC-Platine, Oberseite und Unterseite. Diese Bilder wurden mit Kicad 3D-Ansicht erzeugt.



Die Oberseite der Platine. J5, J6, J7 und J8 sind gleichberechtigte RS232-Schnittstellen für verschiedenste TRX-Cat Verbindungen.



Die Rückseite der Platine. Hier wird das Display aufgesteckt und rechts der Stecker J3 für die Verbindung zur Platine mit Taster und Drehgeber. R7 ist der Vorwiderstand für die Hintergrundbeleuchtung.

2.0.1.1 J1 SV 12V, 2 polig

Über diesen Steckverbinder wird die Stromversorgung 12V angeschlossen. In die Plusleitung habe ich den SV-Schalter an der Frontplatte eingeschleift.

J8	Beschreibung
1	GND, 0V Minus
2	12V Plus

2.0.1.2 J2 Programmer, 5 polig

Über diesen Steckverbinder wird der PIC programmiert per ICSP. Dieser Stecker wird normalerweise nicht benötigt.

J2	Beschreibung
1	MCLR, Programmierspannung
2	RB6
3	GND
4	RB7
5	5 Volt

2.0.1.3 J3 Drehgeber, Taste, 5 polig

Hier habe ich einen abgewinkelten PSS-Stecker vorgesehen. Die Verbindung zur Bedienplatine kann jeder selbst entscheiden wir er das realisiert. Ich habe Abstandsbolzen M3 von 12mm Länge montiert. So das es ein gutes Gesamtbild mit dem LCD-Display ergibt.

J3	Beschreibung
1	Drehgeber Impulse
2	Drehgeber Dir
3	Drehgeber Taste
4	Einzeltaste
5	GND

2.0.1.4 J4 RS232 für das Splitfilter nach DL4JAL, 2 polig

Dieser Stecker braucht nicht eingelötet werden. Das ist nur für mein Splitfilter. Mein Splitfilter kann ich per RS232 Befehlen umschalten. Das geschieht automatisch je nach VFO Frequenz im TRX. Dieser Stecker ist nur für DL4JAL vorgesehen.

2.0.1.5 J5, J6, J7, J8 für Module mit SV 5V, 5 polig

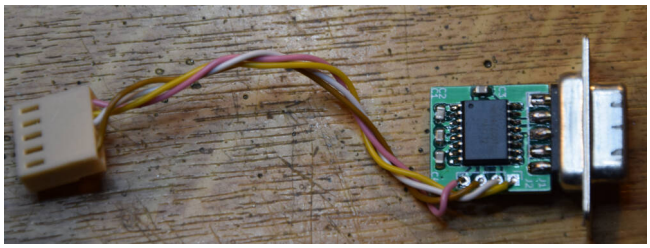
Über diesen Steckverbinder können die verschiedenen RS232-Module angeschlossen werden. Alle 4 Schnittstellen sind HW gleichberechtigt.

J5...J8	Beschreibung
1	5 Volt
2	GND
3	RS232 TX, TTL Pegel
4	GND
5	RS232 RX, TTL Pegel

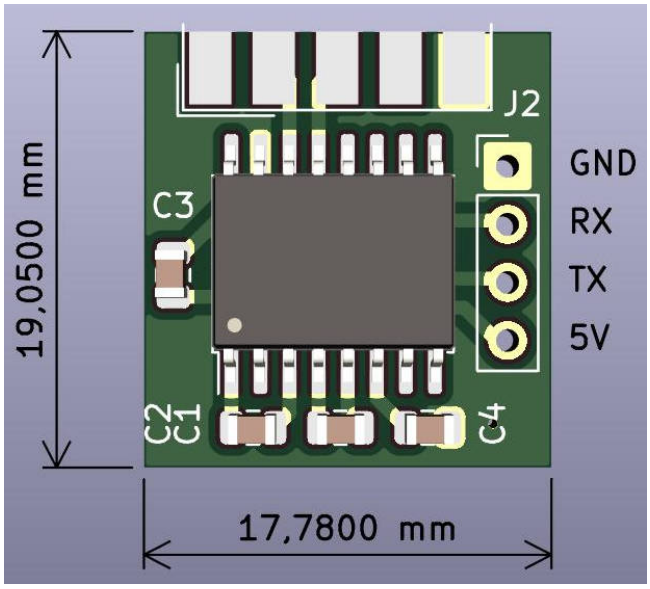
Bis jetzt habe ich 2 Module für den Anschluss entwickelt. Ein USB-Modul und ein echtes RS232-Modul. Die Verwendung der Module richtet sich nach den Transceiver die mit der Fernbedienung per CAT verbunden werden.

Ich überlege noch ein Modul mit galvanischer Trennung für die CV-I Schnittstelle ICOM zu entwickeln. Im Moment funktioniert die CV-I auch so. Wenn aber HF einstrahlt könnte es gefährlich werden.

2.0.1.5.1 Das RS232-Modul



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

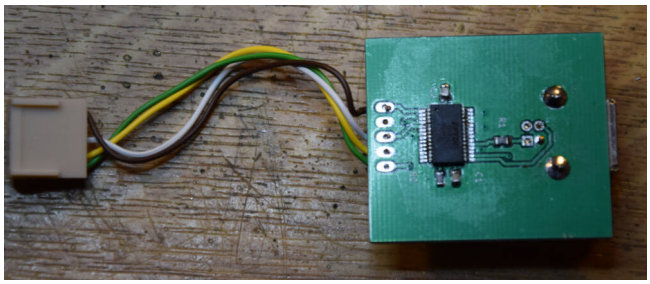


Die 3D-Darstellung aus Kicad. Hier ist ersichtlich welch Signale aus dem Modul herauskommen.

J5...J8	Beschreibung	RS232-modul
1	5 Volt	5V
2	GND	GND
3	RS232 TX, TTL Pegel	RX
4	GND	
5	RS232 RX, TTL Pegel	TX

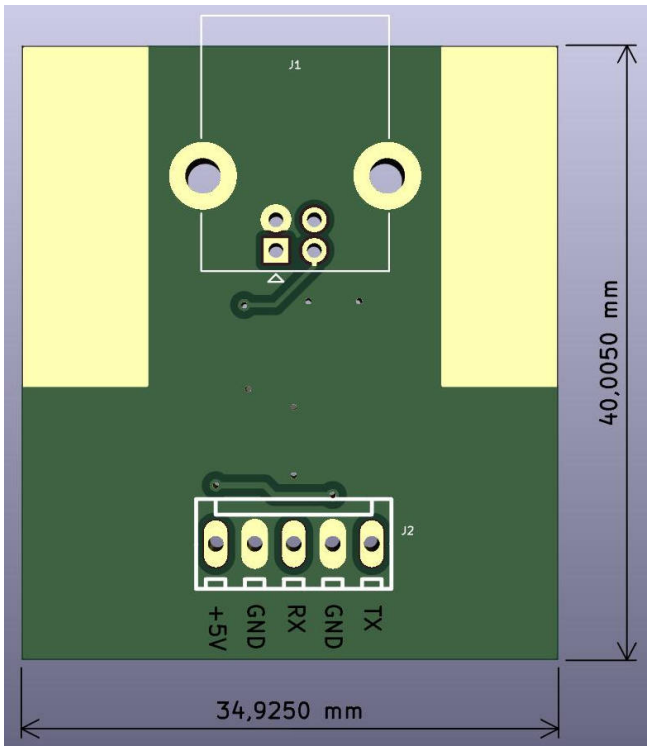
Darstellung wie das „echte RS232-Modul“ angeschlossen wird.

2.0.1.5.2 Das USB-Modul



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.



Die 3D-Darstellung aus Kicad mit der Beschreibung der Signale.

J5...J8	Beschreibung	USB-modul
1	5 Volt	+5V
2	GND	GND
3	RS232 TX, TTL Pegel	RX
4	GND	
5	RS232 RX, TTL Pegel	TX

Darstellung wie das „USB-Modul“ angeschlossen wird.

2.0.1.5.3 Direkter Anschluss Die dritte Möglichkeit ist die direkte Verbindung mit UART-TTL-Pegel. Hier wäre mein PicAStar und der Icom IC7300 CV-I-Schnittstelle zu nennen. *Es werden nur PIN4 (GND) und PIN5 (RS232 RX) beschaltet* da nur Daten vom TRX zur Fernbedienung gesendet werden. **Von der Fernbedienung zum TRX werden keine Daten übermittel!** Neu hinzu gekommen ist der TRX-Radioberry nach DL4JAL. Dieser sendet auch im UART-TTL-Pegel die Frequenzinfo.

J5...J8	Beschreibung	TRX
1	5 Volt	
2	GND	
3	RS232 TX, TTL Pegel	
4	GND	GND
5	RS232 RX, TTL Pegel	TX

2.0.1.6 J9 RS232 PicATU500, 3 polig

Verbindung zur DIN5-Buchse, für die Fernsteuerung des PicATU500. Die RS232-Verbindung erfolgt über 2 Stromschleifen und ist sehr störsicher.

J9	Beschreibung	DIN Buchse
1	RS232, Stromschleife RX	Pin 1
2	GND	Pin Pin 4, 5
3	RS232, Stromschleife TX	Pin 3

Vom Stecker zur DIN-Buchse habe ich 2 Leitungepaare von Datenkabel LIYCY 4x0,14mm^2 genommen. Leitungspaar 1 weiß,braun(GND) und Leitungspaar 2 gelb/grün(GND). Die Leitunspaare habe ich durch Ringkerne N30 (Durchmesser 11mm) mit 5 Windungen gegen eventuelle HF abgeblockt.

2.0.1.7 Hintergrundbeleuchtung LCD-Anzeige, Der Widerstand R7

Der Widerstand R7 ist für die Hintergrundbeleuchtung der LCD-Anzeige als Vorwiderstand gedacht. Da die Displays sehr unterschiedlich sind muss das jeder selbst probieren. Bei mir ist dieser Widerstand sehr klein 5,6 Ohm.

Was am besten funktioniert sollte man ausprobieren. Ich nehme dazu meine Regelbare Stromversorgung. Stellen den maximalen Strom auf 20mA oder auch größer ein. Je nach gewünschter Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung. Mein Display hat die richtige Helligkeit bei etwa 100mA. **Die Hintergrundbeleuchtung darf nicht ohne Vorwiderstand betrieben werden!** Mit einem Messgerät messen wird die Schleusenspannung der LED's von der Hintergrundbeleuchtung zwischen Pin15 und Pin16.

Angenommen die Spannung Pin15/16 beträgt 4,45 Volt (so ist es bei meinem Display). Betreiben wir die Beleuchtung mit 5V müssen wir 0,56V mit einem Widerstand vernichten. 0,56V durch 100mA dividieren und wir erhalten die Größe des Widerstandes.

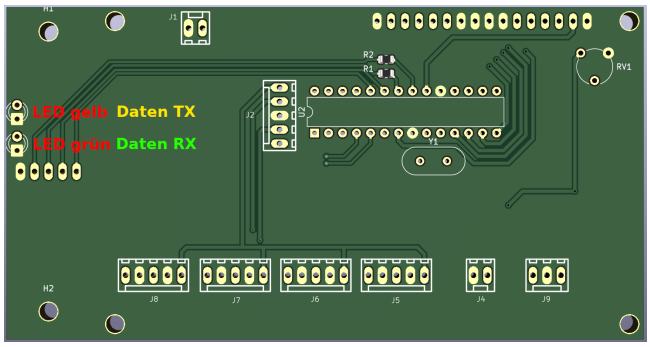
$R = 0,56V/0,1A = 5,6Ohm$
$P = 0,56V * 0,1A = 0,05W$

Bei meiner LCD-Anzeige 4x20 Zeichen ist der Widerstand also nur 5,6 Ohm. Es reicht ein SMD-Widerstand 0805 mit einer Verlustleistung von 125mW. Das ist optimal.

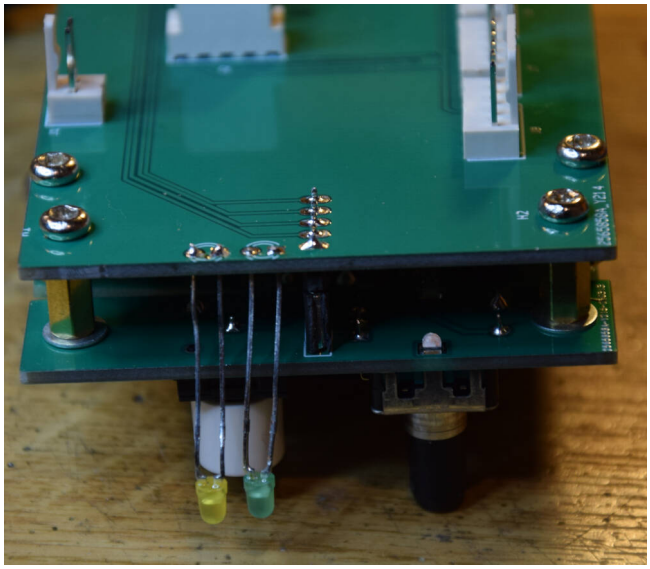
2.0.1.7.1 LCD-Display, Materialbeschaffung LCD-PM 4X20-6 A LCD-Modul, 4x20, H:6,4mm, ge/gn, m.Bel.

- https://www.reichelt.de/ Artikel-Nr.: LCD-PM 4X20-6 A

2.0.2 Montage der LEDgelb und LEDgrün



Ist die Frontplatte fertig und alle Abstandsbolzen stimmen in der Länge, löten wir noch die beiden LEDs ein, im passenden Abstand zur Frontplatte.

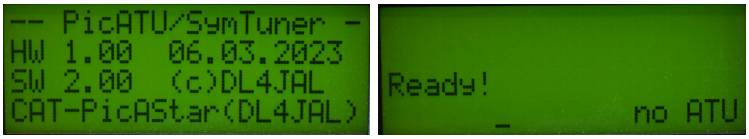


Die LEDs werden im richtigen Abstand zur Frontplatte eingelötet. Die LEDs schauen genau durch die 3mm Löcher der Frontplatte. Hier im Bild ist die Frontplatte aus Aluminium gerade entfernt worden.

So ist die Datenfluß-Kontrolle gut zu sehen.

2.0.3 Inbetriebnahme, Fernsteuerung

Nach *PowerON* wird das Display initialisiert und anschließend eine Textinformation über 4 Zeilen. Ist noch kein PicATU100N über das Fernsteuerkabel angeschlossen steht in Zeile 3 „Ready“. Alle 5 Sekunden blinkt die gelbe LED (ein Datensatz wird zum PicATU100N gesendet). Die Fernsteuerung wartet auf Antwort vom PicATU100N.

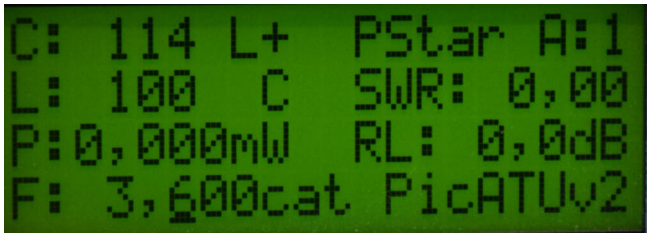


Links die Versionen von HW, SW und das Datum der letzten SW Version nach „Power ON“. Anschließend „Ready“ und die gelbe LED blinkt aller 5 Sekunden kurz auf. Das bedeutet ein Datensatz wird von der Fernbedienung zum PicATU gesendet. Es wurde noch kein ATU erkannt. Die Datenverbindung zum ATU fehlt noch.

2.0.3.1 Datenleitung an PicATU100N und Fernbedienung anschließen

Nachdem die Fernsteuerung mit PicATU100N richtig verbunden ist kommt auch ein Datensatz zurück vom PicATU100N. Die grüne LED an der Fernbedienung blinkt auch auf (Datensatz wurde empfangen und ist gültig).

Anschließend ändert sich die Display-Anzeige. Wir sehen alle Daten des PicATU100N jetzt im Display. Alle 5 Sekunden werden neue Daten angefordert die gelbe und grüne LED blinken fast gleichzeitig auf. **Jetzt ist alles OK.**



Der PicATU500 antwortet. Alle Parameter sehen wir auf dem Display. Die Frequenz im PicATU500 beträgt 3,6MHz. „3,600cat“ bedeutet das die Frequenz über die Fernsteuerung übertragen und nicht vom Tuner gemessen wurde.

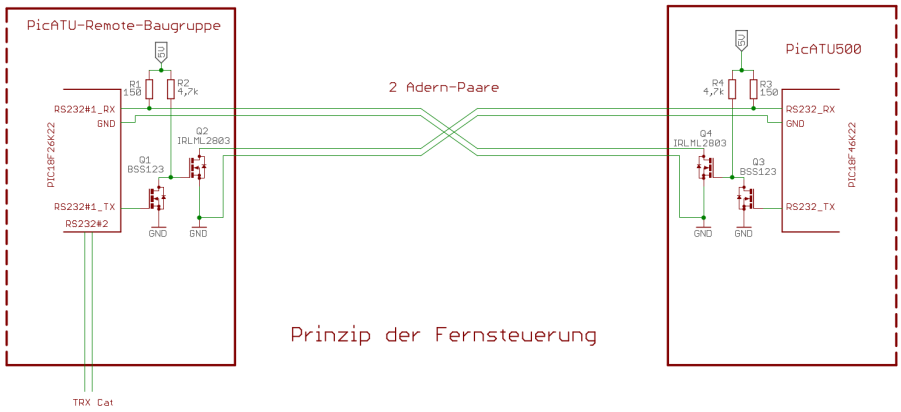
Zeile 1 *C:114* numerischer Wert, *L-* LC-Var.=1, *PStar* TRX PicAStar (das ist mein SDR TRX), *A:1* Antenne 1

Zeile 2 *L:100* numerischer Wert, *SWR:0,0* wird nur beim Senden angezeigt.

Zeile 3 *P:0,000mW*, *RL:0,0dB* Return Loss wird nur beim Senden angezeigt.

Zeile 4 *F:3,600cat* Frequenz, *PicATUv2* PicATU500 HW V2.0 Tuner gefunden.

2.0.3.2 Prinzip des Datenaustausches



Die Datenübertragung ist bei all meinen Tunern gleich. Ich habe mir für Datenübertragung ein Stromschleife ausgedacht. Diese ist sehr störsicher und funktioniert sogar beim Senden mit 500 Watt. Dazu muss ich ausführen, dass das Fernsteuerkabel auf 30m parallel zu meinem Koaxkabel liegt. Selbst das hat keine negativen Auswirkungen. Das hätte ich nicht vermutet.

Am Open-Drain Ausgang des *Mosfets IRMLML28* ist der Draht zur Gegestelle angeschlossen. Wir der *Mosfets IRMLML28* durch gesteuert, geht der Pegel auf der Gegenstelle von 5V auf 0V. Der Widerstand 150 Ohm am RX-Eingang ist auf einer Seite mit 5V verbunden. Der *Mosfets IRMLML28* schließt diesen Widerstand gegen GND Kurz. Es fließt ein Strom von etwa 33mA, der Pegel am RS232-RX beträgt 0V. Fließt keine Strom ist der Pegel am RS232-RX 5V. Deshalb habe ich das Datenübertragungsverfahren *Datenübertragung mit Stromschleife* genannt.

Mit 100uH und 2x 10nF ist der RX-Eingang der Gegenstelle gegen HF gut abgeblockt. Die 2x 10nF haben keinen negativen Einfluss auf die Datenübertragung. Die Baudrate ist nicht höher als 9600 Baud. Nur die die Ecken der Rechteckimpulse werden etwas „verschliffen“.

2.0.3.3 Datenaustausch PicATU100N und Fernsteuerung, Fehlersuche

Funktioniert die Datenverbindung nicht, kontrollieren wir als erstes die Spannungen an den beiden Steckverbinder *Grundplatine* und *mcremote*.

2.0.3.3.1 Fernsteuerkabel abgezogen

Grund-Platine J202

J202 rs232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	3,6 V	TX, die 3,6V kommen über die LED gelb
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	4,9 V	RX

Platine mcremote Fernsteuerung

J9 RS232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	4,9 V	RX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	0,2 V	TX

2.0.3.3.2 Fernsteuerkabel angesteckt und verbunden

Platine mc2 PicATU500v2

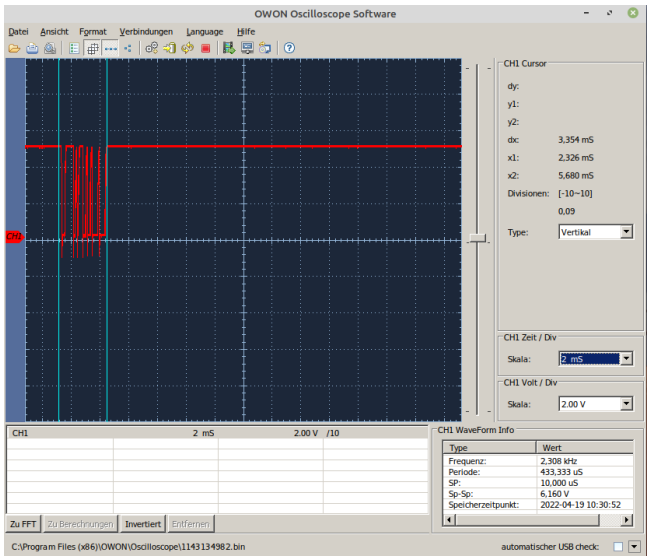
J2 rs232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	4,9 V	TX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	4,9 V	RX

Platine mcremote Fernsteuerung

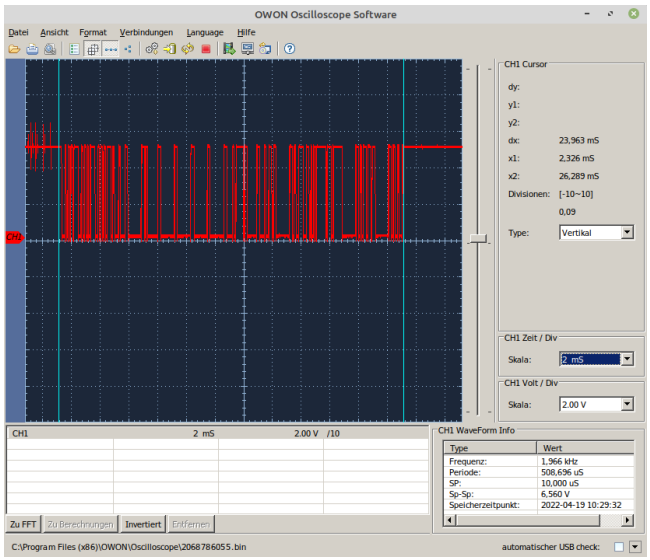
J9 RS232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	4,9 V	RX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	4,9 V	TX

Ist der PicATU100N und die Fernsteuerung mit der Fernsteuerleitung verbunden muss an beiden Steckern Pin1 und Pin3 4,9 Volt anliegen. So ist es perfekt. Der Datenaustausch müsste jetzt funktionieren. Ein kurzes Aufblinken des Sterns in Zeile 2 und des Sterns in Zeile 3 des Displays der Fernbedienung signalisiert den Datenaustausch. Zusätzlich leuchten beide LED's kurz auf. Die LED's in der Fernbedienung werden per Software zum blinken gebracht. Die beiden LED's im PicATU100N sind direkt an den TX/RX RS232 Leitungen angeschlossen und signalisieren den Datenaustausch direkt.

Funktioniert der Datenaustausch immer noch nicht, kontrollieren wir mit dem Oszi das Senden und Empfangen der Daten. Aller 5 Sekunden erfolgt eine Datenanforderung von der Fernsteuerung. Die Antwort vom PicATU100N folgt sofort.



PicATU100N Grund-Platine J202, Pin3, RX, Datensatz-Anforderung (3 Byte) von der Fernsteuerung zum PicATU500v2. Datensatz-Länge 3,3mSek.



PicATU100N Grund-Platine J202, Pin1, TX, Datensatz-Antwort (18 Byte) vom PicATU100N zur Fernsteuerung. Datensatz-Länge 24mSek.

Beide Oszillogramme habe ich direkt am PicATU100N Grund-Platine gemessen.

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

Die Beschreibung der Software wird in einer anderen PDF behandelt!