

PicATU Auto-Antennentuner
SW-Version 3.07

Andreas Lindenau DL4JAL

17. November 2017

Zusammenfassung

Der „PicATU 100W“ ist ein Bastelprojekt von mir. Die Grundidee des Tuners stammt von G3XJP Peter Rhodes. Ich habe einige Details seiner Ideen mit bei der Konstruktion meines PicATU verwendet. Die FW im PIC habe ich neu geschrieben. Das Schreiben der Firmware hat sich über mehrere Jahre hingezogen. Als Programmiersprache verwende ich Assembler. Nur so ist es möglich eine optimal arbeitende FW mit dem großen Funktionsumfang zu realisieren.



Hier ist der PicATU, die 100 Watt-Ausführung, zu sehen. Inzwischen habe ich einen zweiten PicATU 100 Watt aufgebaut und noch eine 20 Watt Variante für den Urlaub.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau des Tuners	3
1.1	Baugruppen	3
1.1.1	mc-Platine	3
1.1.1.1	J1 CMD	3
1.1.1.2	J2 Programmierstecker	4
1.1.1.3	J3 RS232	4
1.1.1.4	J4 Frq-mess	4
1.1.1.5	J5 CW-out	4
1.1.1.6	J6 Messkopf	4
1.1.1.7	J7 Tasten_Zeile	4
1.1.1.8	J8 SV Relaisdriver	5
1.1.1.9	J9 Relaisdriver	5
1.1.1.10	J10 Tasten_Spalte	5
1.1.2	L-Platine	5
1.1.3	C-Platine	6
1.1.4	Relaisdriver-Platine	6
1.1.5	Koppler-Platine	7
1.1.5.1	Stecker J1 CMD	8
1.1.5.2	Stecker J2 CW/Frq	8
1.1.5.3	Stecker J3 2x12V	9
1.1.5.4	Stecker J4 zum MC	9
1.1.5.5	Stecker J5 HF	9
1.1.5.6	Stecker J6 HF TRX	9
1.1.5.7	Stecker J7 Relaisdriver	9
1.1.5.8	Stecker CON6, CON8 HFrueck	9
1.1.5.9	Stecker CON5, CON10 HFvor	9
2	Inbetriebnahme	10
2.1	Funktionskontrolle der Bedientasten	10
2.1.1	Kontrolle Taste 1 und Taste 5	10
2.1.2	Kontrolle Taste 2 und Taste 6	10
2.1.3	Kontrolle Taste 3 und Taste 7	11
2.1.4	Kontrolle Taste 4 und Taste 8	11
2.2	Funktionskontrolle der Relais	11
2.2.1	Funktionskontrolle der Relais L-Schiene	11
2.2.1.1	Kontrolle der einzelnen L-Relais	13
2.2.2	Funktionskontrolle der Relais C-Schiene	13
2.2.2.1	Kontrolle der einzelnen C-Relais	16

2.2.3	Funktionskontrolle der Relais L/C Variante	16
2.2.4	Funktionskontrolle des CW Relais	16
2.3	Funktionskontrolle der Frequenzmessung	18
2.4	Funktionskontrolle der Pegelmessung	19
2.5	Funktionskontrolle der Fernsteuerung und CW-Signalisierung . .	20
3	Software Beschreibung	22
3.1	Funktionsabläufe	22
3.1.1	PowerON	22
3.1.2	Grundfunktion	22
3.1.3	Remote Befehle	23
3.1.3.1	(M)atch	24
3.1.3.2	(R)e-Match	24
3.1.3.3	(S)leep	24
3.1.3.4	S(W)R	24
3.1.3.5	(B)and save	24
3.1.3.6	10(k)Hz save	25
3.1.3.7	LC-(V)ariante	25
3.1.3.8	(Q)RS (Q)RQ	25
3.1.3.9	(I)nfo/Status	25
3.1.3.10	(Z) Impedanz	25
3.2	Display Infos	25
3.2.1	Menüebenen	26
3.2.1.1	Menüebene 1 bis 3	26
3.2.1.2	Menüebene 4, Auswahl Antennennummer	26
3.2.1.3	Menüebene 5, Antennennummer Inhalt löschen	27
3.2.1.4	Menüebene 6, Antenne Inhalt kopieren	27
3.2.1.5	Menüebene 7, Band speichern	27
3.2.1.6	Menüebene 8, 10kHz-Segment speichern	27
3.2.1.7	Menüebene 9, Kalibrieren Vorlauf	27
3.2.1.8	Menüebene 10, Kalibrieren Ruecklauf	27
3.2.1.9	Menüebene 11, View X-Y Vorlauf	27
3.2.1.10	Menüebene 12, View X-Y Ruecklauf	28
3.2.1.11	Menüebene 13, Remote-TRX	28
3.2.1.12	Menüebene 14, letztes, aktuelles SWR, Power	28
3.2.1.13	Menüebene 15, Z Impedanz Betrag und Komplex	28
3.2.1.14	Menüebene 16, L in uH, C in pF und die L/C Variante	28
4	Schlusswort	29

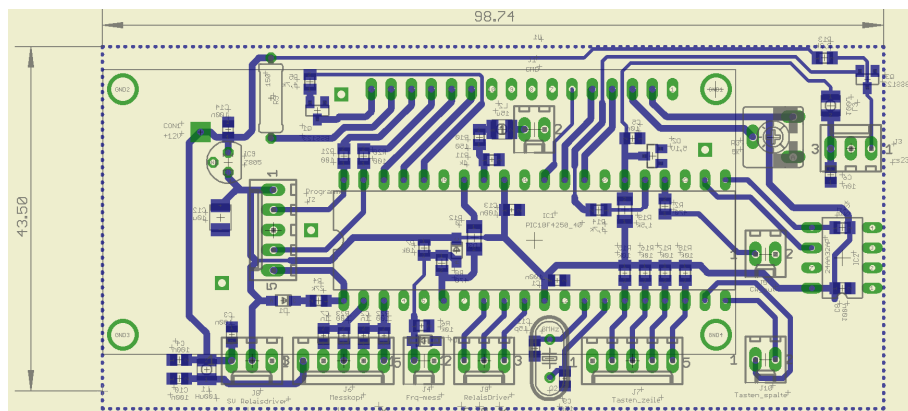
Kapitel 1

Aufbau des Tuners

1.1 Baugruppen

1.1.1 mc-Platine

Diese Platine enthält den Mikroprozessor PIC18F4520 mit dem Quarz 8MHz. Diese Taktfrequenz wird intern vervierfacht auf 32MHz. Direkt auf der Platinenrückseite wird das Display 2x16 Zeichen aufgesteckt. Für die Speicherung der Massendaten ist ein serieller Eeprom (24LC512) vorgesehen. Es folgt die Beschreibung der Stecker auf dieser Platine.



Gesamtansicht der mc-Platine aus Eagle kopiert.

1.1.1.1 J1 CMD

Angeschlossen wird ein geschirmtes Diodenkabel und mit dem Stecker J1 auf der Kopplerplatine verbunden. Über diese Verbindung werden Unterbrechungen bei der Remotesteuerung zum PIC geleitet.

1. GND (Schirm)
2. cmd (Seele)

1.1.1.2 J2 Programmierstecker

Dieser Stecker dient zur Programmierung des PIC direkt in der Schaltung über die ICSP-Verbindung des Programmers.

1. 5V
2. RB7
3. GND
4. RB6
5. MCLR

1.1.1.3 J3 RS232

Dieser Stecker wird nur benötigt bei der Fernsteuerung mit dem TRX PicAStar nach DL4JAL. Achtung der Pegel ist etwas anders als bei einer richtigen RS232.

1.1.1.4 J4 Frq-mess

An diesem Stecker wird das Frequenzmesskabel von der Kopplerplatine angeschlossen. Ich habe dazu RG178 verwendet. Über diesen Eingang erfolgt die Frequenzmessung.

1.1.1.5 J5 CW-out

Dieser Stecker wird auch wieder mit der Kopplerplatine verbunden. Es werden die CW-Informationen an das Frequenzmessmodul gegeben. Das Frequenzmessmodul fornt noch einmal das Rechtecksignal, damit es im gesamten KW-Bereich gehört wird.

1.1.1.6 J6 Messkopf

Das ist die Verbindung zum Modul „SWR Mess“ auf der Kopplerplatine.

1. 12V
2. GND
3. Uvor
4. GND
5. Urueck

1.1.1.7 J7 Tasten Zeile

Anschluss der 8 Bedientasten. Dazu gehört noch der Stecker J10.

1. GND
2. Taste 1,5
3. Taste 2,6
4. Taste 3,7
5. Taste 4,8

1.1.1.8 J8 SV Relaisdriver

Das ist die Stromversorgung für die Treiber-IC der Relaisansteuerung.

1. +12V
2. +5V
3. GND

1.1.1.9 J9 Relaisdriver

Über diese 3 Pins werden alle Relais angesteuert.

1. CLK
2. Data
3. Latch

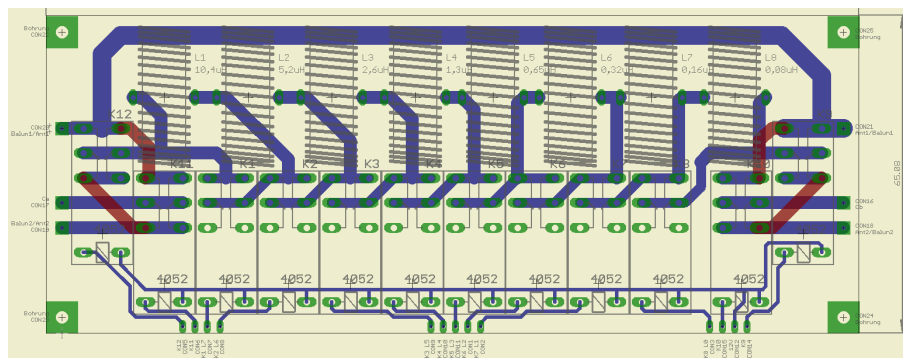
1.1.1.10 J10 Tasten_Spalte

Anschluss der 8 Bedientasten. Dazu gehört noch der Stecker J7.

1. GND
2. Taste 1,2,3,4
3. Taste 5,6,7,8

1.1.2 L-Platine

Auf der L-Platine befinden sich die 8 Induktivitäten mit den 8 Relais und noch die 4 Relais mit der Umschaltung der L/C Varianten.



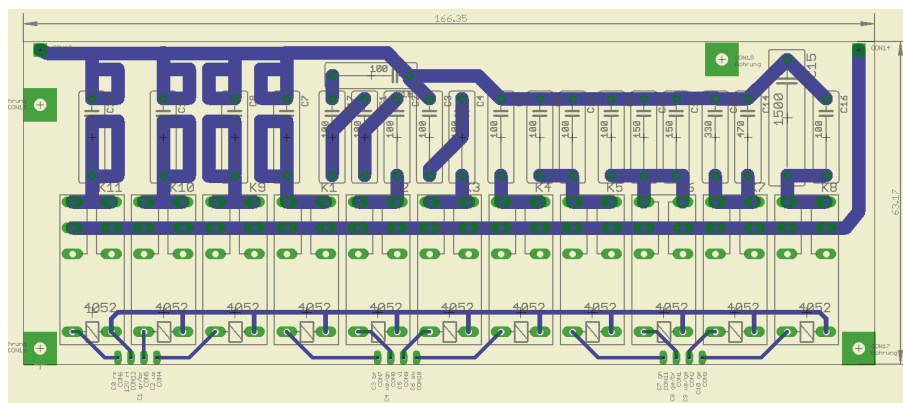
Gesamtansicht der L-Platine. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle.

Alle Induktivitäten außer die kleinste Spule sind auf Ringkernen gewickelt. Für die Berechnung der Windungszahl habe ich das PC-Programm „mini Ringkern Rechner“ verwendet. Nach der Fertigstellung muss man die Induktivität mit einem L/C Messgerät nachmessen. Es kommt auf die möglichst genaue binäre Staffelung der Induktivitäten an. Die Lötunkte der Relais sind eindeutig und sind noch in der Baugruppe „Relaisdriver“ genauer zu sehen. Es folgen noch die anderen Lötunkte:

Pin	Beschreibung
CON20 Balun1	Die Seele des Koaxkabels vom SymBa 200
CON13 Balun2	Ohne SymBa zum Stecker Kopplerplatine
	Der Schirm des Koaxkabels vom SymBa 200
	Ohne SymBa zum Stecker Kopplerplatine GND
CON17 Ca	Verbindung 1 zur C-Platine
CON21 Ant1	Lecherleitung oder Antenne
CON18 Ant2	Lecherleitung oder Masse
CON16 Cb	Verbindung 2 zur C-Platine

1.1.3 C-Platine

Auf der C-Platine befinden sich alle 10 Kapazitäten mit den 10 Relais. Die Werte der Kapazitäten sind binärer gestaffelt.

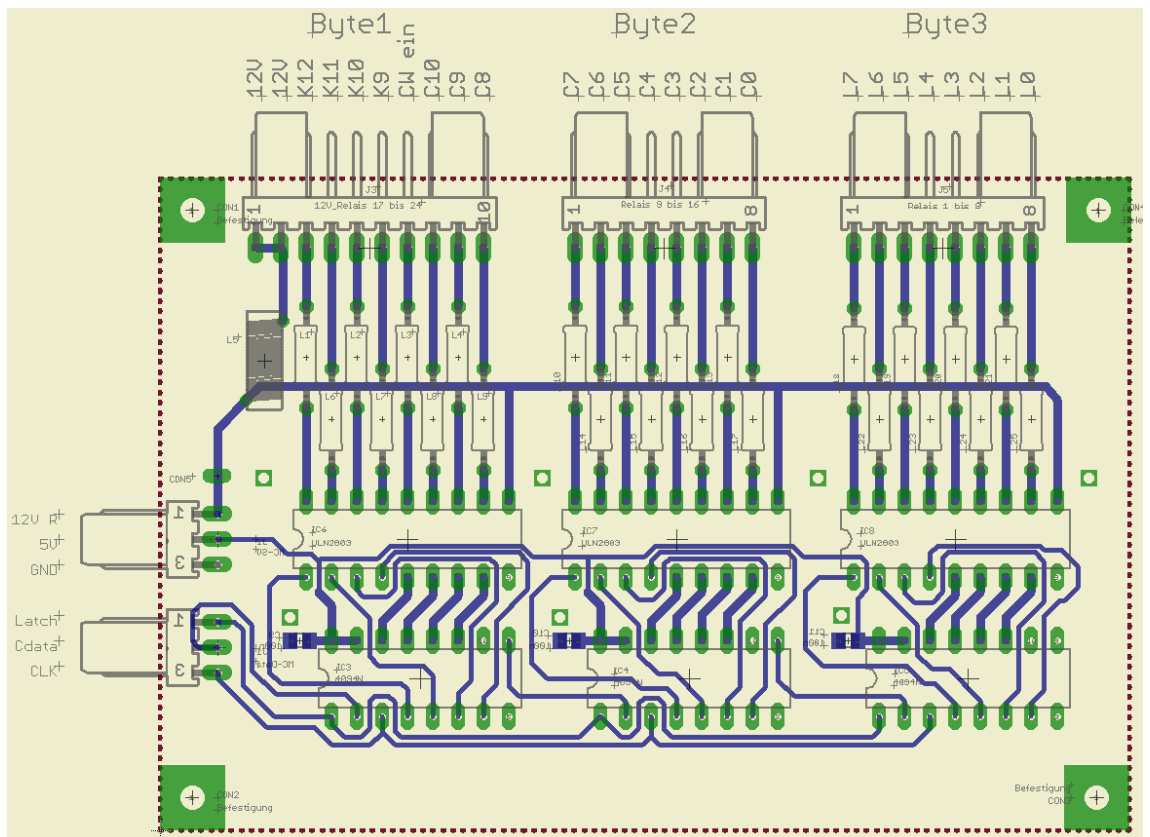


Gesamtansicht der C-Platine. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle.

CON13 und CON14 wird mit der L-Platine verbunden.

1.1.4 Relaisdriver-Platine

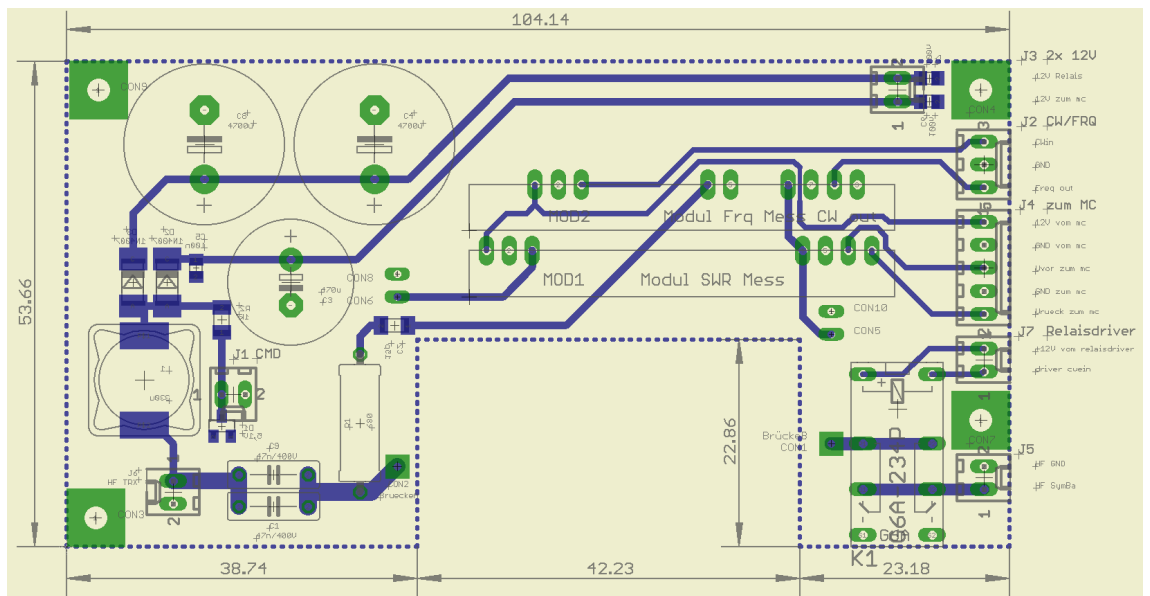
Die ICs für die Ansteuerung der Relais befinden sich auf einer extra Platine. 3 CMOS 4094 dienen als Schieberegister. Die Ausgänge der 4094 steuern die 3 Relaisreiber ULN2803 an. An den Ausgängen des ULN2803 sind Tiefpässe, die die rückwärtz HF-Signale abblocken sollen.



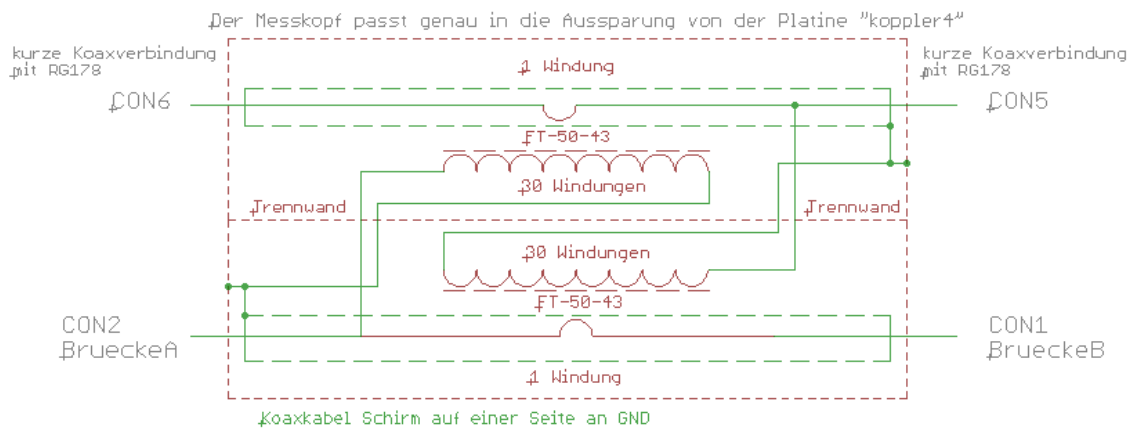
Gesamtansicht der Relaisdriver-Platine. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle.

1.1.5 Koppler-Platine

Diese Platine hat viele Funktionen. In die Aussparung wird der SWR-Messkopf eingebaut. Der Messkopf braucht keinen Abgleich und ist nach dem Stockton-Prinzip aufgebaut.



Die Koppler-Platine Gesamtansicht wieder aus Eagle kopiert.



Schaltbild des SWR-Messkopfes nach Stockton.

1.1.5.1 Stecker J1 CMD

An diesem Stecker werden die LOW Unterbrechungsimpulse, die über das Koaxialkabel kommen, an die MC-Platine weiter geleitet.

1.1.5.2 Stecker J2 CW/Frq

Die Pins dieses Stecker führen beide zum „Frequenzmess-Modul“. Das Pin „CWin“ empfängt die CW-Ausgaben von der MC-Platine. Auf dem „Frequenzmess-Modul“ wird das Rechecksignal noch einmal geformt mit steilen Flanken, so das auf 30MHz auch noch Oberwellen in CW zu hören sind. Am Pin „Frq out“

liegt das Rechecksignal der Frequenzmessung an und wird weiter zur Auswertung an die MC-Platine geführt.

1.1.5.3 Stecker J3 2x12V

Hier liegen die Rohspannungen der Stromversorgung an. Die „12V Relais“ führen zur Relaisdriver-Platine und die „12V zum mc“ zur MC-Platine.

1.1.5.4 Stecker J4 zum MC

Die Kabel dieses Steckers führen zur MC-Platine.

1. Urueck, Messspannung vom „SWR-Modul“
2. GND
3. Uvor, Messspannung vom „SWR-Modul“
4. GND
5. 12V, Stromversorgung für das „SWR-Modul“

1.1.5.5 Stecker J5 HF

An diesem Stecker liegt die volle Sendeleistung an. Entweder wird mit einem kurzen Teflon-Koaxialkabel die HF direkt zum L/C-Glied geführt. Aber besser ist noch zwischen diesen Stecker und dem L/C-Glied ein Symmetrierglied einzufügen. Das beste was ich kenne ist der „SymBa 200“ von DG0SA.

1.1.5.6 Stecker J6 HF TRX

An diesen Stecker wird nur eine kurze Litze zur Koaxialbuchse angeschlossen

1.1.5.7 Stecker J7 Relaisdriver

Der Stecker J7 ist nur für das Relais, was bei der CW-Ausgabe anzieht. Beide Drähte führen zum Relaisdriver.

1.1.5.8 Stecker CON6, CON8 HFueck

An beiden Pins wird ein kurzes Stück RG178 zum SWR-Messkopf angeschlossen. Bei mir ist an CON6, CON8 eine Trennstelle mit kleinen Stecker/Buchse. An dieser Trennstelle kann der AD8307 kalibriert werden.

1.1.5.9 Stecker CON5, CON10 HFvor

An beiden Pins wird ein kurzes Stück RG178 zum SWR-Messkopf angeschlossen. Bei mir ist an CON5, CON10 eine Trennstelle mit kleinen Stecker/Buchse. An dieser Trennstelle kann der AD8307 kalibriert werden.

Kapitel 2

Inbetriebnahme

In diesem Kapitel beschreibe ich die Inbetriebnahme des PicATU.

2.1 Funktionskontrolle der Bedientasten

Am Tuner befinden sich 8 Tasten zur Bedienung. Der Tuner von G3XJP Peter Rhodes hat keine Tasten und Display zur Bedienung. Er wird nur durch die Fernsteuerung bedient. Mein PicATU besitzt ein Display und 8 Tasten. Die Anordnung und Nummerierung der Tasten stelle ich jetzt in einer Tabelle dar:

1	2	3	4
5	6	7	8

2.1.1 Kontrolle Taste 1 und Taste 5

Mit den Tasten 1 und 5 kann man die Menüebene wechseln. Mit der „Taste 1“ kommen wir eine Menünummer nach oben und mit der „Taste 5“ eine Menünummer nach unten. Die Menünummer sehen wir im Display, oberste Zeile, die ganz linke Zahl. Funktioniert die Umschaltung ist die Funktion der Taste 1 und 5 ok.

2.1.2 Kontrolle Taste 2 und Taste 6

Mit der Taste 2 und 6 wird die L/C Variante umgeschaltet. Nach „PowerON“ ist die L/C Variante 0 „-L“ aktiv. Drücken wir die „Taste 2“ schaltet die L/C Variante um auf Variante 1 siehe Tabelle. Mit der „Taste 6“ schaltet die L/C Variante wieder auf 0 „-L“. Welche Variante aktiv ist sehen wir im Display Zeile 1 und 2 ganz rechts.

0	1	2	3	4	5
-L	L+	+L	C+	+C	-C
	C	C	L	L	

2.1.3 Kontrolle Taste 3 und Taste 7

Nach „PowerON“ steht die Menüebene auf Nummer 1 und die Induktivität L auf „L 0“. Im Display Zeile unten links. Die „Taste 3“ schaltet die Induktivität im Wert eins höher. Im Display muss dann „L 1“ stehen. Mit der „Taste 7“ wird der L-Wert wieder um 1 zurück geschaltet. In der Menüebene 2 schalten die Werte +/- 10 Schritte und in der Menüebene 3 +/- 100 Schritte.

2.1.4 Kontrolle Taste 4 und Taste 8

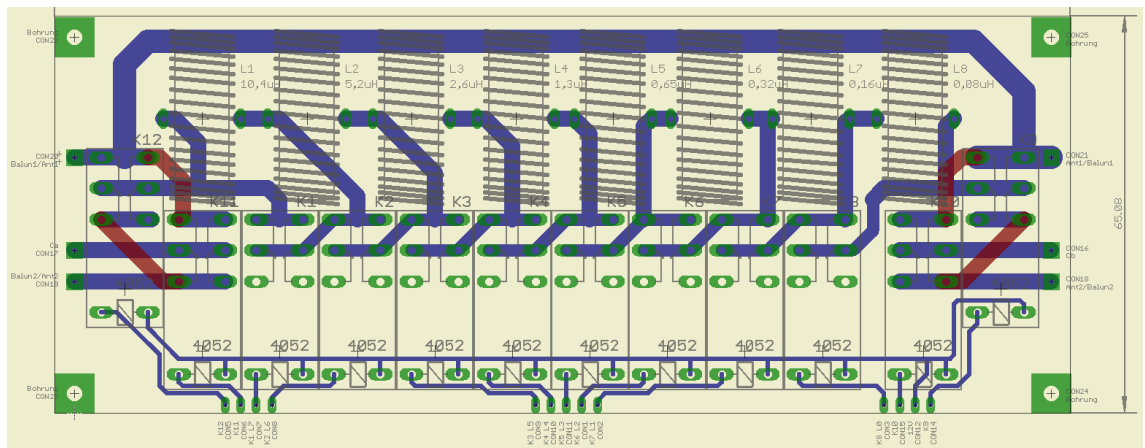
Nach „PowerON“ steht die Menüebene auf Nummer 1 und die Kapazität C auf „C 0“. Im Display Zeile unten Mitte. Die „Taste 4“ schaltet die Kapazität im Wert eins höher. Im Display muss dann „C 1“ stehen. Mit der „Taste 8“ wird der C-Wert wieder um 1 zurück geschaltet. In der Menüebene 2 schalten die Werte +/- 20 Schritte und in der Menüebene 3 +/- 200 Schritte.

2.2 Funktionskontrolle der Relais

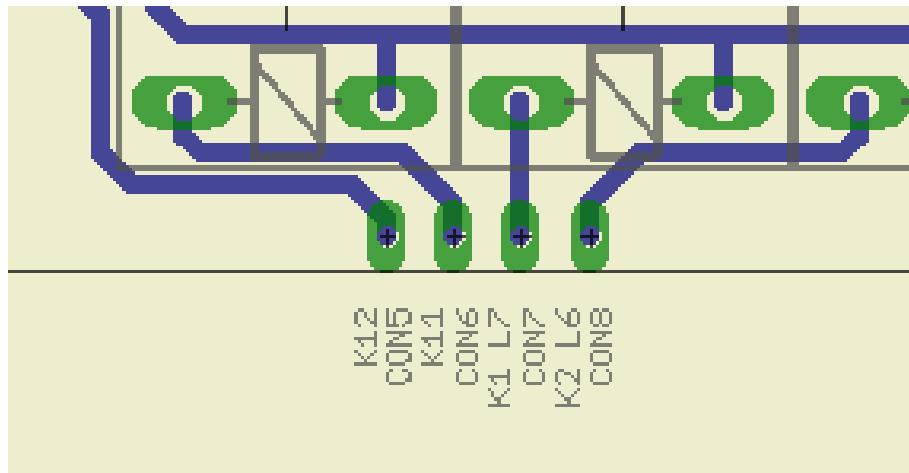
Wichtig für das automatische Tunen ist die richtige Ansteuerung der Relais. Die Funktionskontrolle kontrollieren wir in diesem Kapitel.

2.2.1 Funktionskontrolle der Relais L-Schiene

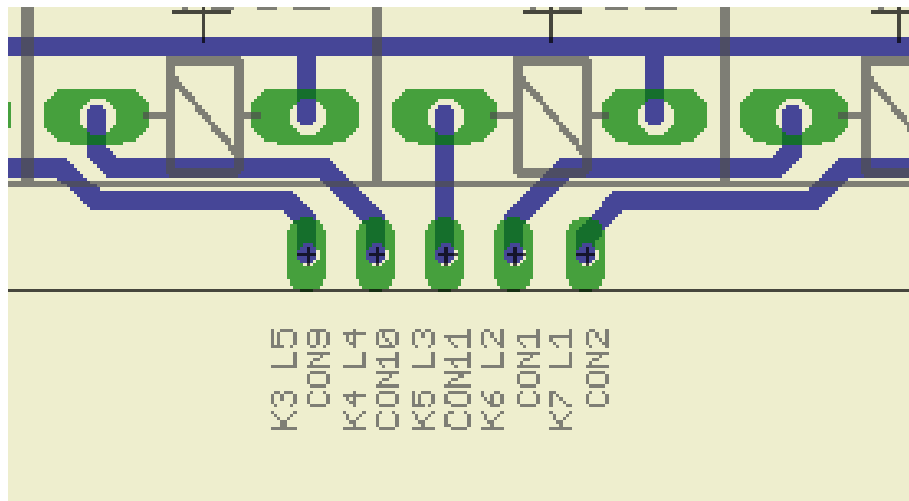
Hat L den Wert 0 sind alle Relais der L-Schiene angezogen.



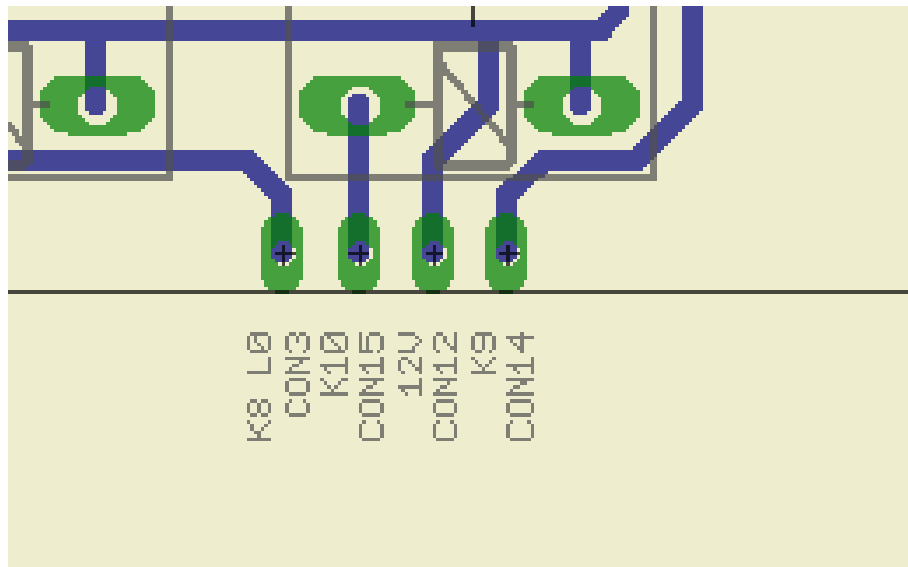
Gesamtansicht der Leiterplatte L-Schiene.



Die 4 Lötunkte links.



Die 5 Lötunkte in der Mitte.



Die 4 Lötunkte rechts.

An allen Lötunkten „L0“ bis „L7“ messen wir gegen Masse die Spannung etwa 0,7 Volt. Alle Relais sind eingeschaltet. Am Pin „CON12 12V“ messen wir etwa die 12 Volt Betriebsspannung.

2.2.1.1 Kontrolle der einzelnen L-Relais

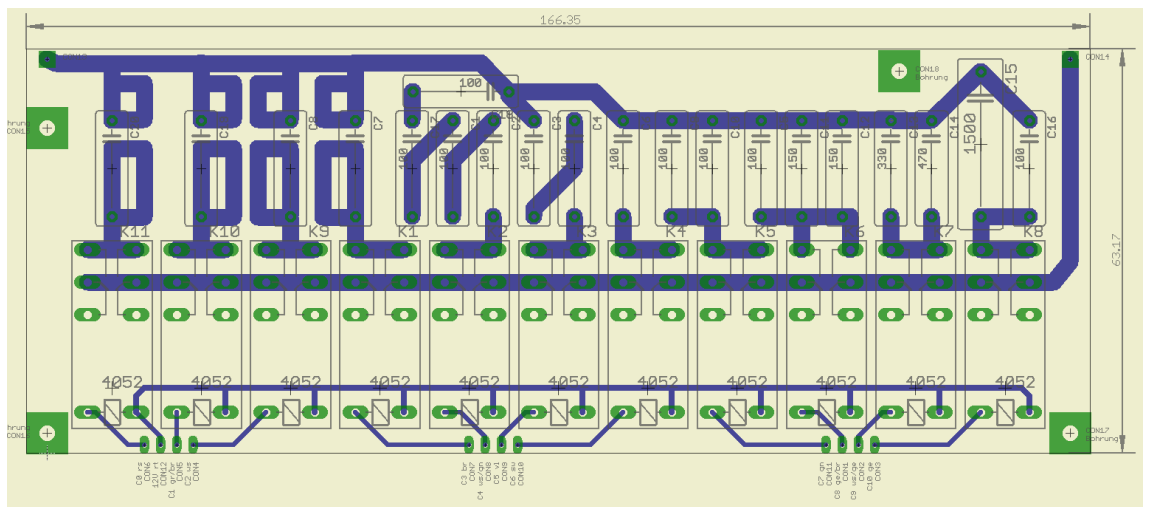
Jetzt müssen wir jedes Relais in der L-Schiene noch kontrollieren. Mit der Taste 3 schalten wir den Wert von auf „L 1“ und messen anschließend, ob das richtige Relais abgefallen ist. Die Spannung am Messpunkt muss 12 Volt betragen. Die L-Werte und die Messpunkte stehen in der Tabelle.

L-Wert	Relais	Messpunkt	Spannung (V)	alle anderen Relais
1	K8	CON3 L0	12V	0,7V
2	K7	CON2 L1	12V	0,7V
4	K6	CON1 L2	12V	0,7V
8	K5	CON11 L3	12V	0,7V
16	K4	CON10 L4	12V	0,7V
32	K3	CON9 L5	12V	0,7V
64	K2	CON8 L6	12V	0,7V
128	K1	CON7 L7	12V	0,7V

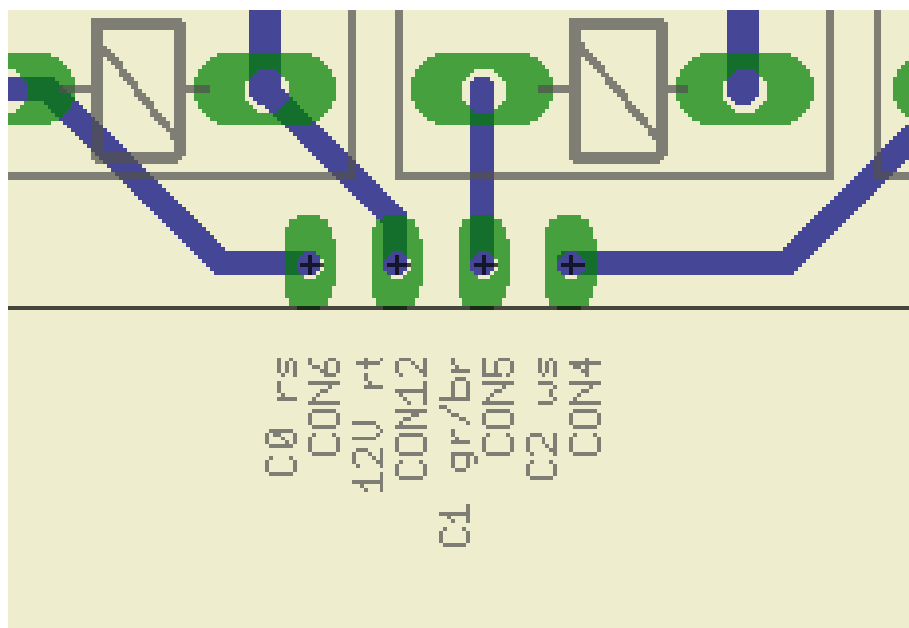
Größere Sprünge beim Umschalten der Werte kann man durch Umschalten der Menüebene einstellen.

2.2.2 Funktionskontrolle der Relais C-Schiene

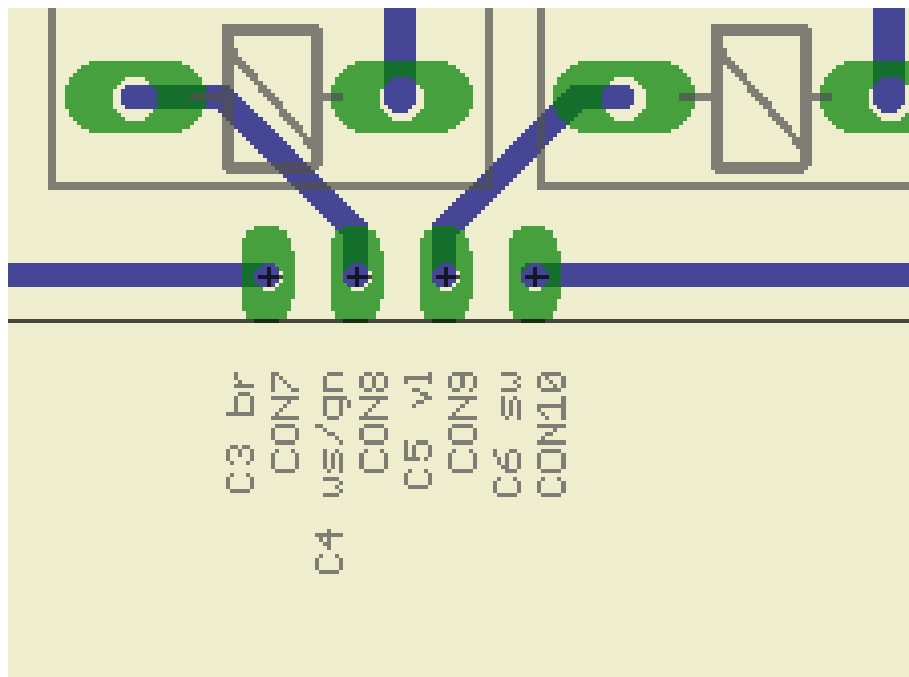
Hat C den Wert 0 sind alle Relais der C-Schiene abgefallen. Es folgen wieder Bilder der Leiterplatte.



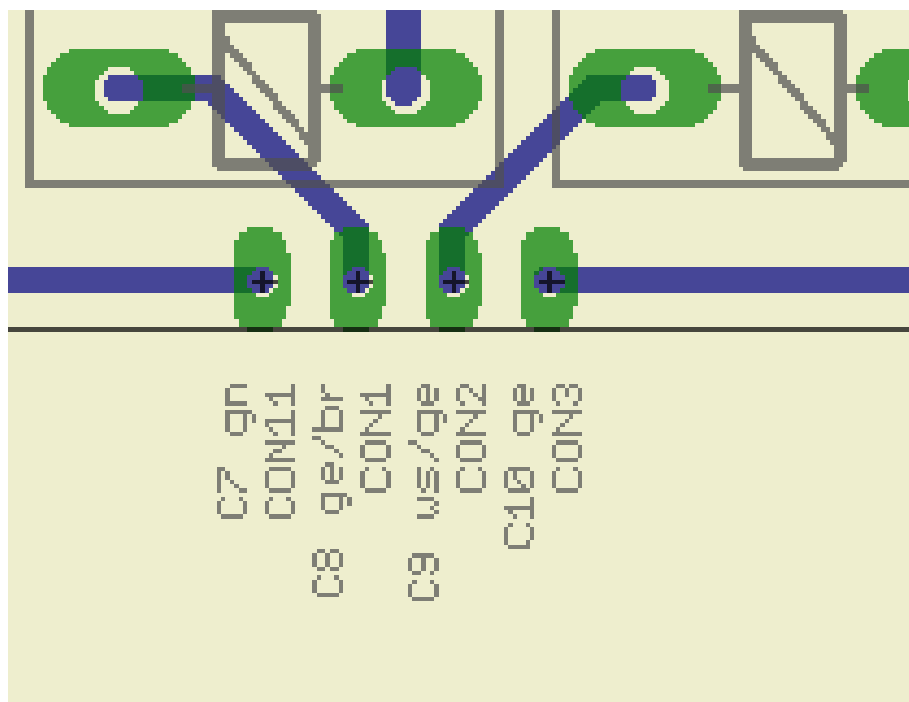
Gesamtansicht der Leiterplatte C-Schiene.



Die 4 Lötunkte links.



Die 4 Lötunkte in der Mitte.



Die 4 Lötunkte rechts.

An allen Lötunkten „C0“ bis „C10“ messen wir gegen Masse die Spannung etwa 12 Volt Betriebsspannung. Alle Relais sind aus geschaltet. Am Pin „CON12 12V“ messen wir die 12 Volt Betriebsspannung.

2.2.2.1 Kontrolle der einzelnen C-Relais

Jetzt müssen wir jedes Relais in der C-Schiene noch kontrollieren. Mit der Taste 4 schalten wir den Wert von auf „C 1“ und messen anschließend, ob das richtige Relais abgefallen ist. Die Spannung am Messpunkt muss etwa 0,7 Volt betragen. Die C-Werte und die Messpunkte stehen in der Tabelle. Jedes Relais muss kontrolliert werden. Die anderen Messpunkte der Relais müssen aber auf 12 Volt bleiben.

C-Wert	Relais	Messpunkt	Spannung (V)	alle anderen Relais
1	K11	CON6 C0	0,7V	12V
2	K10	CON5 C1	0,7V	12V
4	K9	CON4 C2	0,7V	12V
8	K1	CON7 C3	0,7V	12V
16	K2	CON8 C4	0,7V	12V
32	K3	CON9 C5	0,7V	12V
64	K4	CON10 C6	0,7V	12V
128	K5	CON11 C7	0,7V	12V
256	K6	CON1 C8	0,7V	12V
512	K7	CON2 C9	0,7V	12V
1024	K8	CON3 C10	0,7V	12V

Größere Sprünge beim Umschalten der Werte kann man durch Umschalten der Menüebene einstellen.

2.2.3 Funktionskontrolle der Relais L/C Variante

In diesem Kapitel kontrollieren wird die Funktion der Umschaltung der L/C-Varianten. Die Messpunkte finden wir in der Leiterplatte der L-Schiene. Hier noch einmal die L/C Varianten:

Variante	0	1	2	3	4	5
	-L	L+	+L	C+	+C	-C
		C	C	L	L	

Tabelle der Messpunkte auf der Leiterplatte L-Schiene:

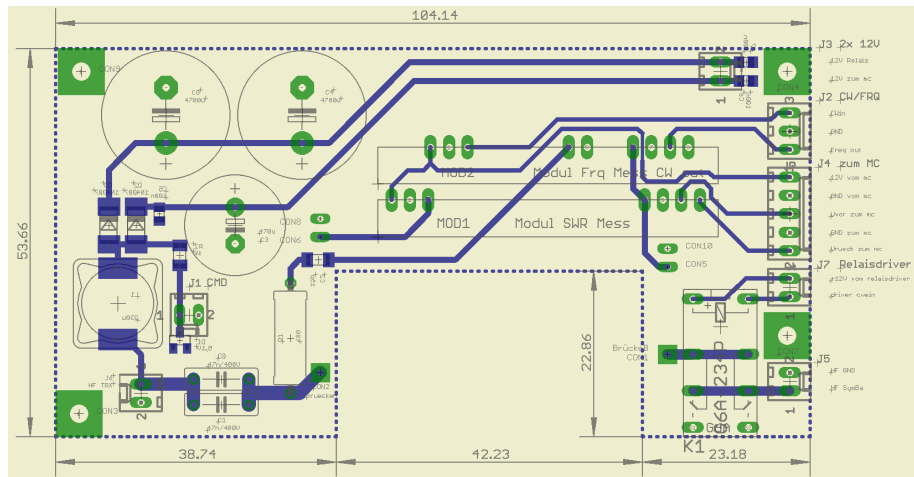
Variante	CON14 K9	CON15 K10	CON6 K11	CON5 K12
0	12V	0,7V	0,7	12V
1	12V	12V	0,7	12V
2	12V	0,7V	12V	12V
3	12V	12V	12V	0,7V
4	0,7V	12V	12V	12V
5	0,7V	12V	12V	0,7V

Die Varianten von L/C werden mit der Taste 2 durchgeschaltet.

2.2.4 Funktionskontrolle des CW Relais

Bei der Ausgabe von CW-Signalen wird das L/C Glied abgeschaltet. Damit liegen keine Antennensignale mehr an und die CW-Signale vom Tuner sind besser

lesbar. Die Schaltfunktion dieses Relais kontrollieren wir kurz nach „PowerON“. Bei der Ausgabe der Antennennummer in CW wird diese Relais aktiv.



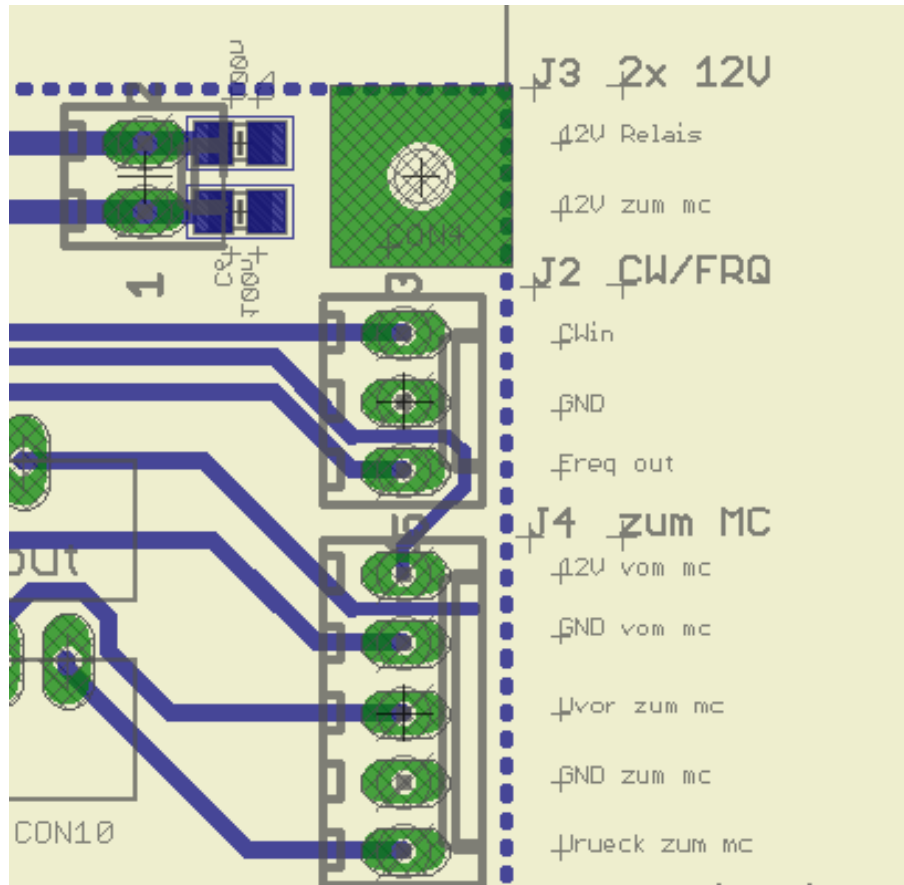
Die Kopplerplatine Gesamtansicht.



Ansicht des J7 Steckers.

Am Stecker J7 messen wir an Pin „driver cwein“ 0,7 Volt, wenn das Relais aktiv wird. Das andere Pin hat ständig 12 Volt.

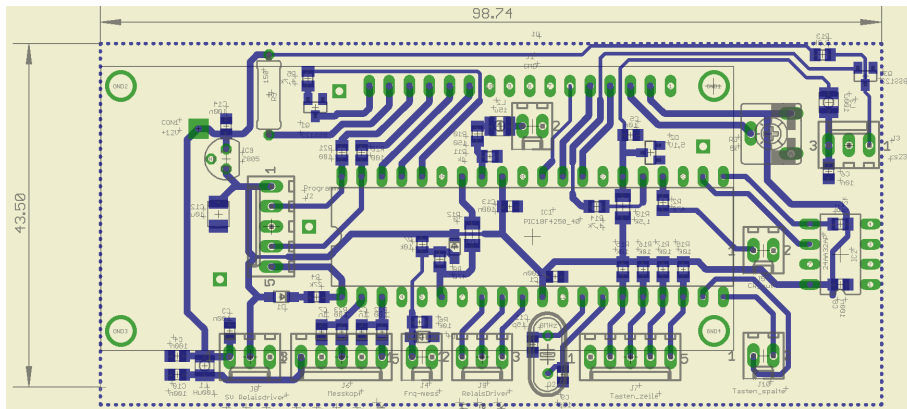
2.3 Funktionskontrolle der Frequenzmessung



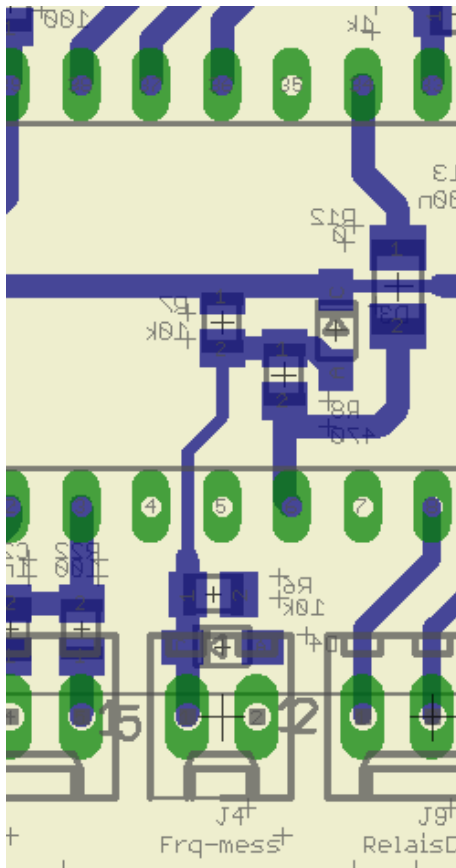
Hier sehen wir auf der Koppelplatine J2, J3 und J4 die Pinbelegung.

Ab etwa 0,1 Watt Sendeleistung vom TRX beginnt der 74HC4046 auf dem Frequenzmess-Modul eine Rechteckspannung am Ausgang zu erzeugen. Die Frequenz entspricht der Sendefrequenz. Mit einem Oszi können wir an „J2“ Pin „Frequ out“ die Rechteckschwingung sehen. Weiterhin liegt das Rechtecksignal auf der Platine „mc“ „J4“ an und am PIC18F4520 PIN 6 und PIN 34.

Allerdings beginnt der PIC erst ab einem Pegel von +23dBm (0,2 Watt) mit der Auswertung des Rechtecksignales. Sollte die Frequenzmessung trotz angezeigten Pegel >23dBm, nicht funktionieren, bitte diese Messpunkte der Reihe nach überprüfen. Funktioniert allerdings die Pegelmessung nicht, wird auch keine Frequenz ausgewertet und angezeigt. Die Rechtecksignale müssen aber trotzdem zu messen sein.



Die Platine „mc“, Gesamtansicht.

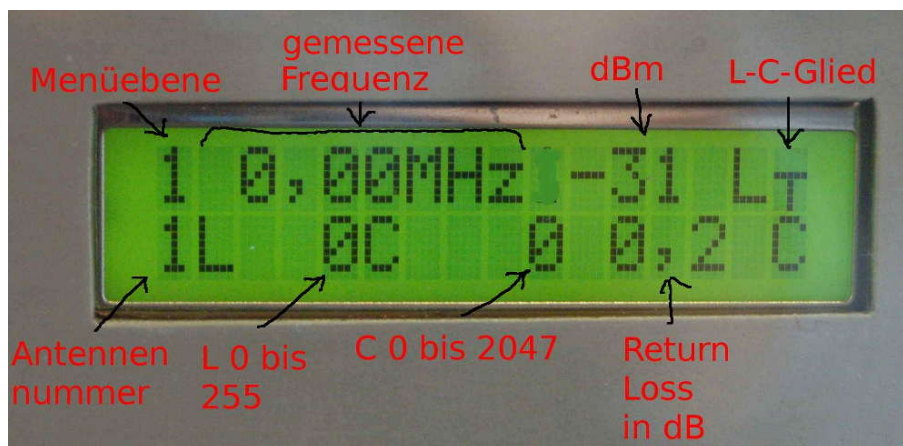


„mc“ Stecker J4 und PIC PINs 6 und 34.

2.4 Funktionskontrolle der Pegelmessung

Auf dem Modul „swr_ad8307“ werden die Pegel der SWR-Messbrücke gemessen. Die Messspannungen liegen auf der Kopplerplatine an „J4“ an. Die Vorlaufspannung am Pin „Uvor zum mc“ und die Rücklaufspannung am Pin „Urueck zum

mc“. Zum Messen stellen wir die L/C Variante auf,,-L“ L=0 und C=0, damit das L/C Glied überbrückt wird und der Abschlusswiderstand 50 Ohm Wirkung zeigt. Diese Messspannungen müssen auch auf der mc-Platine am PIC Pin 2 und 3 anliegen. Ist das der Fall sehen wir im Display beim Sende mit 0,3 Watt die Leistungsanzeige bei etwa +23dBm. Displayübersicht der Anzeigen in der Abbildung. Die Messwerte und Displaywerte sind in der Tabelle zu sehen.



Die Messwerte in einer Tabelle zusammengefasst.

Pegel	Uvor	Urueck	Abschluss	Display dBm	Return Loss
ohne (0mW)	0,1 V	0,1 V	50 Ohm	-29 dBm	2 dB
0dBm (1mW)	0,84 V	0,52 V	50 Ohm	-2 dBm	14 dB
0dBm (1mW)	0,0,78 V	0,79 V	offen	+2 dBm	0 dB
+25dBm (400mW)	1,51 V	1,54 V	offen	+24 dBm	0 dB
+25dBm (400mW)	1,5 V	1,0 V	50 Ohm	+24 dBm	21 dB

Ist die Spannung „Urueck“ geringer als „Uvor“ mit einem Abschlusswiderstand 50 Ohm habe wir auch gleich eine Bestätigung, dass der SWR-Messkopf richtig arbeitet. Noch genauere Pegelwerte im Display erhält man nach einer Kalibrierung der Messköpfe. Aber für den normalen Betrieb des Tuner reichen die Defaultwerte der FW.

2.5 Funktionskontrolle der Fernsteuerung und CW-Signalisierung

Der „PicATU“ wird Ferngespeist und auch Ferngesteuert. Beides erfolgt über das Koaxialkabel als Verbindungsleitung zwischen der Fernsteuerbox und dem PicATU. In der Fernsteuerbox wird die Betriebsspannung für den PicATU eingespeist und mit einem Wechselkippschalter in der Stromzuführung kann man durch das Umschalten kurze Spannungsunterbrechungen im mSek.-Bereich erzeugen. Die Relais und die anderen Baugruppen werden nicht beeinflusst von diesen Unterbrechungen. Aber der PIC18F4520 bekommt diese Unterbrechungen als LOW-Impuls mit. Der LOW-Impuls wird auf der „Kopplerplatine“ an „J1 cmd“ ausgekoppelt und zur „mc-Platine“ „J1 cmd“ geleitet. Wird der Umschalter an der Fernsteuerbox betätigt erkennt der PIC das und beginnt der

Reihe nach in CW Buchstaben als Funktionsbeschreibung auszugeben. Im LCD-Display sehen wir der Reihe nach in Zeile 1:

„(M)atch“

„(R)e-Match“

„(U)tilitis“

„(S)leep“

Wir hören auch im Empfänger des TRX die Buchstaben in den Klammern als CW-Signal. Ist das der Fall, brauchen wir keine Fehlersuche. Kommt die Aufschrift im Display aber keine CW-Signale müssen wir noch den Weg der CW-Signale kontrollieren. Der Weg der CW-Signale führt von der „mc-Platine“ PIC PIN24 zum Stecker „J5 cw_out“ zur „Kopplerplatine“ „J2 cw_in“ zum Frequenzmessmodul. Auf dem Frequenzmessmodul geht das Signal auf den IC 74HC14 und anschließend wieder auf die Kopplerplatine über R1 und C2 zur Seele der Koaxleitung. Diese Rechteckschwingung erzeugt im ganzen KW-Bereich Oberwellen im Abstand von etwa 700 Hz und ist deshalb auf fast jeder im Empfänger eingestellten Frequenz hörbar.

Kapitel 3

Software Beschreibung

Die Software wurde alles in Assembler geschrieben. Der Haupt Quelltext hat etwa 7200 Zeilen. Hinzu kommen noch die Quelltexte für die Pakete Gleitkommaberechnung, HF-Formeln und komplexe Berechnungen. Die Software ist über mehrere Jahre gewachsen. Ganz schwierig sind die Funktionen für das automatische Anpassen der Impedanzen. Ich schaue immer mit Respekt auf die Automatiktuner von Elecraft. Diese Tuner arbeiten sehr genau und schnell. Ich bin noch nicht hinter den Algorithmus der Elecraftentwickler gekommen. Aber mein Tuner arbeitet trotzdem recht gut.

3.1 Funktionsabläufe

3.1.1 PowerON

Nach „PowerON“ meldet sich der Tuner per CW, was im TRX zu hören ist. Parallel dazu werden Informationstexte im Display eingeblendet. Beim original Tuner von „G3XJP“ gibt es nur die CW-Ausgabe und kein Display. Ablauf nach „PowerON“

CW-Ausgabe	Display-Ausgabe	Beschreibung
„r k“	„Bereit!“	Der Tuner ist bereit
„a 1“	„Antenne: 1“	Der Adressbereich für Antenne 1 ist aktiv Alle Relais schalten für eine Sekunde EIN Alle Relais schalten für eine Sekunde AUS
	Mentüebene 1 ...	Displayausgabe in Mentüebene 1

Das Ein- und Ausschalten der Relais im Rythmus von einer Sekunde ist für die Remotesteuerung. In der Steuerbox sieht man diesen Sekundenrythmus an der Kontroll-LED.

3.1.2 Grundfunktion

Nach „PowerON“ wartet der Tuner ständig auf ein Sendesignal. Liegt ein Sendesignal mit einem Mindestpegel von etwa +24dBm, das sind etwa 0,3Watt wird begonnen die Sendefrequenz zum messen. Wird **5 mal hintereinander die gleiche Sendefrequenz** gemessen ist die Frequenz gültig. Jetzt wird noch

einmal das SWR gemessen. Ist das SWR schlechter als 1,5 wird die Einstellung für diese Frequenz aus dem Speicher gelesen und die Relais entsprechend eingestellt. Mehr passiert erst einmal nicht. Ändert sich die Sendefrequenz beginnt alles wieder von vorn.

Funktion	Beschreibung
Sendsignal liegt an	Pegel messen
Pegel > 0,5Watt	Frequenz messen
5 Frequenzmessungen sind gleich	Sendefrequenz gültig
Sendefrequenz gültig	SWR messen
SWR > 1,5	neue Einstellung aus Speicher laden

Diese Grundfunktion wird ständig wiederholt. In dieser Grundfunktion wird je nach Sendefrequenz die Richtige Einstellung der Relais aus dem Speicher geholt. Das Raster der Speicherstellen ist 10kHz im gesamten Frequenzbereich bis 30MHz. Es kann also aller 10kHz eine Relaiseinstellung abgespeichert werden.

3.1.3 Remote Befehle

Die Grundfunktion wird verlassen, wenn der PIC einen „LOW-Impuls“ in der Stromversorgung über das Koaxialkabel erkennt. Im TRX ertönen 4 Buchstaben. Jeder Buchstabe ist einer Funktion zugeordnet.

CW-Ausgabe	Display-Ausgabe	Funktion
„M“	„(M)atch“	Match in allen 4 L/C Varianten
„R“	„(R)e-Match“	Nachstimmen in der Variante bis bestes SWR
„U“	„(U)tilitis“	Verzweigung zu weiteren Funktionen
„S“	„(S)leep“	Der PIC geht in den Sleep-Modus

Will man als Beispiel die Matchfunktion aktivieren muss der Remoteschalter während der Ausgabe des „M“ erneut betätigt werden. Bei „(U)tilitis“ wird in ein Untermenü verzweigt. Es ertönen erneut weiter Buchstaben und Texte im Display.

CW-Ausgabe	Display-Ausgabe	Funktion
„W“	„S(W)R“	Ausgabe des letzten SWR
„B“	„(B)and save“	Im ganzen Band wird aller 10kHz die aktuelle Relaiseinstellung gespeichert
„K“	„10(k)Hz save“	Im 10kHz Segment wird die aktuelle Relaiseinstellung gespeichert
„V“	„LC-(V)ariante“	LC-Variante ändern
„Q“	„(Q)RS (Q)RQ“	CW-Ausgabe langsam/schnell
„I“	„(I)nf/Status“	Alle Infos werden ausgegeben
„Z“	„(Z) Impedanz“	Impedanz Betrag/Komplex

Möchte man eine Funktion aktivieren wird während der Ausgabe des Buchstaben der Remote-Unterbrechungsschalter betätigt. Das ist das ganze Grundprinzip der Fernsteuerung.

3.1.3.1 (M)atch

Mit der „(M)atch“ Funktion versucht der Tuner mit dem L/C-Glied die Impedanz der Antenne auf eine möglichst reele Impedanz von 50 Ohm zu transformieren. Dazu wird die L/C Variante zuerst auf > 50 Ohm. Damit kann eine Impedanz größer 50 Ohm angepasst werden. Hat das keinen Erfolg wird die L/C Variante umgeschaltet auf eine Impedanzanpassung < 50 Ohm. Klappt das auch nicht, werden L und C vertauscht und noch einmal die Anpassung in beiden Varianten gesucht. Sobald in einer der 4 L/C Varianten das SWR kleiner 1,5 wird, ist die Suche beendet und die Relaiseinstellung wird im Speicher des „10kHz-Segmentes“ abgelegt. Das Ende des Abstimmvorganges wird bei abgesetzten Betrieb signalisiert durch das EIN/AUS aller Relais im Rhythmus 1 Sekunde. In der Fernsteuerung beginnt im gleichen Rhythmus die LED zu blinken. Das EIN/AUS der Relais hört erst auf wenn kein Sendesignal mehr anliegt. Per CW wird jetzt signalisiert ob die Einstellung der Relais im „10(k)Hz Segment“ gespeichert wird (CW „R“) anschließend wird per CW das SWR noch ausgegeben.

3.1.3.2 (R)e-Match

Diese Funktion dient der Suche eines besseren SWRs in der eingestellten L/C Variante. Verbessert sich das SWR wird immer weiter gesucht, bis keine Verbesserung mehr erreicht wird. Auch hier ist es so, dass bei einem SWR kleiner 1,5 die Einstellung der Relais im Speicherplatz des „10kHz-Segmentes“ abgelegt wird. Das Ende des Abstimmvorganges wird bei abgesetzten Betrieb signalisiert durch das EIN/AUS aller Relais im Rhythmus 1 Sekunde. In der Fernsteuerung beginnt im gleichen Rhythmus die LED zu blinken. Das EIN/AUS der Relais hört erst auf wenn kein Sendesignal mehr anliegt. Per CW wird jetzt signalisiert ob die Einstellung der Relais im „10(k)Hz Segment“ gespeichert wird (CW „R“) anschließend wird per CW das SWR noch ausgegeben.

3.1.3.3 (S)leep

Es kann passieren, dass auf den Kurwellenfrequenzen im 10m Band Störungen von der MC-Platine zu hören sind. Mit der „(S)leep“ Funktion kann der PIC deaktiviert werden. Auch der Prozessortakt wird mit abgeschaltet, so dass keine Störungen mehr auftreten können. Dieser Zustand kann nur mit einem Interrupt von der Fernbedienung beendet werden. Die „(S)leep“ Funktion ist auch gut, wenn der Tuner im Grenzbereich eines 10kHz-Segmentes ist und ständig hin und her schaltet.

3.1.3.4 S(W)R

Das SWR wird per CW und im Display ausgegeben.

3.1.3.5 (B)and save

Die gefunden Relaiseinstellung wird in allen 10kHz Segmenten des Bandes abgespeichert und noch etwas darüber hinaus.

3.1.3.6 10(k)Hz save

Die gefunden Relaiseinstellung wird in dem 10kHz Segment abgespeichert.

3.1.3.7 LC-(V)ariante

Mit dieser Funktion kann man die L/C Variante gezielt ändern. Per CW werden die Varianten ausgegeben. In CW als Zahl von 0 bis 5 und im Display ausgeschrieben. Begonnen wird mit der aktuellen Variante. Bei der gewünschten Zahl muss man den Fernsteuerumschalter betätigen. Die Variante schaltet mit Bestätigung um.

3.1.3.8 (Q)RS (Q)RQ

Die CW Ausgabe kann langsam und schnell eingestellt werden. Die neue Einstellung wird dauerhaft im Eeprom abgespeichert.

3.1.3.9 (I)nfo/Status

Es werden alle Daten als CW und Display-Text ausgegeben.

Antennennummer

L/C Variante

C-Wert binär

L-Wert binär

Frequenz

SWR

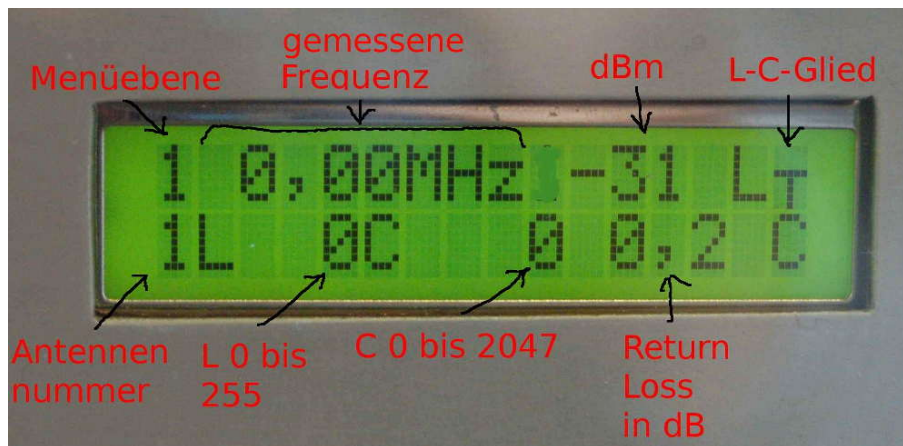
Impedanz Betrag Komplex

3.1.3.10 (Z) Impedanz

Es wird nur die Impedanz ausgegeben zuerst der Betrag und dann noch Komplex. Wurde ein gutes SWR gefunden ist es ja kein Problem per Komplexer Berechnung rückwärts die komplexe Impedanz der Antenne für diese Frequenz zu berechnen. Allerdings gehen bei höheren Frequenzen die komplexen Werte des L/C Gliedes und des Balun mit ein.

3.2 Display Infos

Im Unterschied zum Original-Tuner von G3XJP hat mein PicATU ein Display zur Anzeige von vielen Informationen. Hier die Ansicht nach „PowerON“:



Ich habe versucht möglichst viele Informationen auf dem 2 zeiligen Display unterzubringen. Zuerst Zeile 1 von links nach rechts:

Infos Zeile 1	Beschreibung
Menüebene	Es gibt die Menüebenen 1 bis 16
Frequenz	Es wird die gemessene Frequenz oder wenn „cat“ aktiv die Frequenz vom TRX ist „cat“ aktiv, wird anstelle „MHz“ „cat“ angezeigt.
Sendepiegel	Der Sendepiegel wird in dBm angezeigt
L/C Variante	Anzeige der L/C Variante + Zeile 2

Infos Zeile 2	Beschreibung
Antennennummer	Es gibt Antenne 1 bis 5 Jeder Nummer ist ein Speicherbereich zugeordnet
L-Wert	L-Wert als binäre Nummer 1 bis 255
C-Wert	C-Wert als binäre Nummer 1 bis 2047
Return Loss	Return Loss in dB des SWR Messkopfes
L/C Variante	Anzeige der L/C Variante + Zeile 1

3.2.1 Menüebenen

3.2.1.1 Menüebene 1 bis 3

Die Displayanzeige bleibt fast gleich. Der Unterschied ist nur die Schrittweite beim L-Wert und C-Wert, wenn man die Werte mit den Tasten verändern will.

	L-Schrittweite	C-Schrittweite
Menüebene 1	+/- 1	+/- 1
Menüebene 2	+/- 10	+/- 20
Menüebene 3	+/- 100	+/- 200

3.2.1.2 Menüebene 4, Auswahl Antennennummer

In diesem Menü wird die Antennennummer eingestellt. Jede Antenne hat ihren eigenen Speicherbereich. Als Beispiel verwendet man zu Hause die Antenne 1 und wenn man unterwegs ist oder im Urlaub eine andere Antennennummer. Alle Einstellungen der Antenne 1 bleiben erhalten.

3.2.1.3 Menüebene 5, Antennennummer Inhalt löschen

Diese Menü erlaubt das Löschen des Speichers einer Antennennummer.

3.2.1.4 Menüebene 6, Antenne Inhalt kopieren

In diesem Menüpunkt kann man den Speicherinhalt von Antennennummer zu Antennennummer kopieren mit Angabe von „Quelle“ und „Ziel“.

3.2.1.5 Menüebene 7, Band speichern

Der Menüpunkt 7 hat die gleiche Funktion wie der Remote-Befehl „(B)and“ und „(U)tilitis“. Anhand der Frequenz erkennt die Software in welchen KW-Band man sich befindet. Die gefundene Relaiseinstellung wird von Bandanfang bis Bandende in den Speicherstellen der 10kHz-Segmente abgespeichert. Das hat den Vorteil, dass man nicht aller 10kHz eine neue Einstellung mit der Funktion „(M)atch“ suchen muss, sondern nur noch „(R)e-Match“, wenn das SWR etwas zu schlecht wird.

3.2.1.6 Menüebene 8, 10kHz-Segment speichern

Die Relaiseinstellung wird nur im 10kHz-Segment der gemessenen Frequenz gespeichert. Das geschieht aber schon automatisch in der Funktion „(M)atch“ oder „(R)e-Match“ wenn das SWR kleiner 1,5 ist.

3.2.1.7 Menüebene 9, Kalibrieren Vorlauf

Dieser Menüpunkt erlaubt das genaue Kalibrieren des AD8307, der die Vorlaufspannung auswertet. Benötigt wird ein Kalibriergenerator mit genauen Pegel von 0dBm und ein Dämpfungsglied von 30dB. Die koaxiale Verbindung vom SWR Messkopf und den Punkten CON5 und CON10 auf der Koppler-Platine wird aufgetrennt und an CON5/CON10 der Kalibrierpegel eingespeist.

3.2.1.8 Menüebene 10, Kalibrieren Ruecklauf

Ähnlich wie der vorhergehende Menüpunkt. Dieser Menüpunkt erlaubt das genaue Kalibrieren des AD8307, der die Rücklaufspannung auswertet. Benötigt wird ein Kalibriergenerator mit genauen Pegel von 0dBm und ein Dämpfungsglied von 30dB. Die koaxiale Verbindung vom SWR Messkopf und den Punkten CON6 und CON8 auf der Koppler-Platine wird aufgetrennt und an CON6/CON8 der Kalibrierpegel eingespeist.

3.2.1.9 Menüebene 11, View X-Y Vorlauf

Hier kann man sich das Ergebnis der Berechnungen der Kalibrierung anschauen. Hier der X-Wert und Y-Wert des Vorlauf AD8307. Mit der Formel:

$$dBm = ADCWert * X + Y$$

erhält man den Pegel in dBm. Der ADCWert ist eine Zahl von 0 bis 1023. Der AD Wandler im PIC hat eine Wandlungsbreite von 10 Bit.

3.2.1.10 Menüebene 12, View X-Y Ruecklauf

Hier kann man sich das Ergebnis der Berechnungen der Kalibrierung anschauen. Hier der X-Wert und Y-Wert des Rücklauf AD8307. Mit der Formel:

$$dBm = ADCWert * X + Y$$

erhält man den Pegel in dBm. Der ADCWert ist eine Zahl von 0 bis 1023. Der AD Wandler im PIC hat eine Wandlungsbreite von 10 Bit. Aus dem dBm-Pegel Vorlauf und den dBm-Pegel Rücklauf errechnet sich durch Subtraktion das „Return Loss“. Und „Return Loss“ kann man umrechnen in SWR

3.2.1.11 Menüebene 13, Remote-TRX

In diesem Menüpunkt wird die CAT-Schnittstelle zum TRX aktiviert/deaktiviert. Das funktioniert aber nur mit meinem PicAStar.

3.2.1.12 Menüebene 14, letztes, aktuelles SWR, Power

Anzeige vom letzten und aktuellen SWR und die momentane Sendeleistung in Watt.

3.2.1.13 Menüebene 15, Z Impedanz Betrag und Komplex

Aus der Stellung der Relais wird rückwärts die Impedanz der Antenne errechnet. Das ist ziemlich kompliziert (Komplexe Berechnungen).

3.2.1.14 Menüebene 16, L in uH, C in pF und die L/C Variante

Aus dem binären Werten von L und C lässt sich bequem auch der echte Wert von L und C errechnen. Zusätzlich wird noch die L/C Variante angezeigt.

Kapitel 4

Schlusswort