PicATUBmini QRP-Antennentuner mit bistabilen Relais

Andreas Lindenau DL4JAL

25. September 2024

Zusammenfassung

Der "PicATUBmini" 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.



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



Der Größenvergleich beider QRP-Tuner links der "PicATUbmini" und rechts der "PisATU20B".

Inhaltsverzeichnis

1	Soft	tware	3
	1.1	Bedier	nelemente
		1.1.1	Display
		1.1.2	Drehgeber und Einzeltaste
		1.1.3	Power ON
		1.1.4	Power OFF 5
		1.1.5	Frequenz-Erkennung 6
		1.1.6	Einteilung externer Speicher für LC-Werte 7
	1.2	Menü-	Funktionen
		1.2.1	Match, Match deep
		1.2.2	ReMatch
		1.2.3	ReMatch deep
		1.2.4	ReMatch 8x8
		1.2.5	Band save
		1.2.6	10kHz Seg.save
		1.2.7	LC High/Low
		1.2.8	Antenna Imp
	1.3	SETU	P-Funktionen
		1.3.1	Abbruch!
		1.3.2	Relais-Test 10
		1.3.3	Frequenz Calib
		1.3.4	OLED rot. 180°
		1.3.5	Antenna select
		1.3.6	Antenna copy
		1.3.7	Antenna CLR
		1.3.8	MatchLevel min
		1.3.9	MatchLevel max 12
		1.3.10	Self-Capazi
		1.3.11	Self-Induct
		1.3.12	OLED Char set
		1.3.13	HW/SW Version
		1.3.14	$PC>FW-Update \dots 14$
		1.3.15	LC display
		1.3.16	Power calib
		1.3.17	FrqMeasurement
		1.3.18	Match Atten
		1.3.19	TRX Cat
	1.4	Berech	nungen

	1.5	Auton	natische Nachführung der Anpassung je nach Arbeitsfrequenz	21
		1.5.1	Umschaltung per TRX-Cat	21
		1.5.2	Umschaltung per Frequenzmessung	21
		1.5.3	Umschaltung durch Frequenzänderung mit dem Drehgeber	21
2	Firi	nware	erneuern mit PC-Software	22
		2.0.1	Firmware erneuern mit Programmer	22
		2.0.2	Firmware erneuern mit "ATUmini FW Loader"	22
3	Rer	note C	Control	27
		3.0.1	Prinzip der Fernsteuerung	27
		3.0.2	Die Erkennung des Tuner-Types	27
		3.0.3	LCD-Display Anzeige	28
		3.0.4	Bedienelemente Drehgeber und Einzeltaste	29
		3.0.5	Die Menüpunkte der Fernsteuerung	29
		0 0 0	Die SETUD Durchte der Fernsteinenung	20
		3.0.6	Die SETUP-Punkte der Fernsteuerung	30

Kapitel 1

Software

Die gesamte Software wurde in Assembler geschrieben. Der Hauptquelltext hat etwa 8200 Zeilen. Hinzu kommen noch die Quelltexte für die Pakete Fließkommaberechnung, HF-Formeln und komplexe Berechnungen. Die Software ist über mehrere Jahre gewachsen und wird bei jedem ATU etwas abgewandelt. Die Grundfunktionen zur Suche der richtigen Antennenanpassung ist aber bei all meinen entwickelten Tuner gleich.

1.1 Bedienelemente

1.1.1 Display

Für diesen Tuner habe ich das sehr kleine OLED-Display 0,96 Zoll verwendet. Nachdem ich heraus gefunden habe wie es programmiert wird, verwende ich es öfters. Das ist ein grafisches Display mit 128x64 Pixel.



- Linkes Bild: Tuner in Ruhe
 - 7,000MHz Arbeitsfrequenz
 - L=0,85uH Anzeige der Induktivität. Die Rest-Induktivität (200nH) wird mit addiert. Oder L hat den binären Wert von 0..255, je nach Einstellung.
 - C= 277,0pF Anzeige der Kapazität. Die Rest-Kapazität (27pF) wird mit addiert. Oder C hat den binären Wert von 0..255, ja nach Einstellung.
 - LC=High High oder Low. A1 Antenne 1, Speicherbereich 1 der Anpassungen.
- Rechtes Bild: Tuner mit Sendesignal

- V +29,8dBm Pegel der Vorlaufleistung
- P 962,39mW Power Anzeige
- RL 25,1dB Return Loss. Berechnet aus Pegel des Vorlaufs und Pegels des Rücklaufs.
- SWR 1,10 Das SWR. Das SWR wird aus dem ADC-Wert des Vorlaufs und Rücklaufs berechnet. Die Linearisierung der Diodenkennlinie wird beim SWR nicht berücksichtigt.

1.1.2 Drehgeber und Einzeltaste

Für die Bedienung ist eine einzelne Taste und ein Drehgeber mit Tastenfunktion auf der Frontseite.

Einzelne Taste

Kurzer Tastendruck Das Menü wird sichtbar

- **Langer Tastendruck** Display-Hinweis "=== SETUP ====". Das SETUP wird sichtbar
- Ganz langer Tastendruck Display-Hinweis "Mat.ATT ON/OFF". Ab FW 1.08; deaktivieren/aktivieren des Match-HF-Attenuator. Der Zustand wird nicht gespeichert! Siehe auch Kapitel 1.3.18 auf Seite 15.

Taste im Drehgeber

- **Kurzer Tastendruck** Schrittweite der Frequenzeinstellung (1MHz, 100kHz und 10kHz) verändert sich.
- Langer Tastendruck Display-Hinweis "- Sleep! -". Der Tuner geht in den *SLEEP-Modus*. Das Display wird dunkel. Der Stromverbrauch geht von etwa 20mA auf 2mA zurück. Mit dem Drehgeber wacht der Tuner wieder auf (Interrupt an RB0).
- Ganz langer Tastendruck Display-Hinweis "Dcorr ALT/NEU". Es wird die Korrketur-Tabelle der Diodenkennlinie umgeschaltet ALT/NEU. Siehe auch Kapitel 1.4 auf Seite 19. Diese Einstellung bleibt nach PowerOFF erhalten!

Drehgeber

Mit dem Drehgeber wird die Arbeitsfrequenz eingestellt wenn die Frequenzmessung deaktiviert wurde. Ein kurzer Tastendruck ändert die Schrittweite der Einstellung (1MHz, 100kHz und 10kHz). Jede Änderung startet eine Timer von 5 Sekunden, zu sehen an einem Sternchen "*" vor der Frequenz. Nach 5 Sekunden wird die neue Frequenz im Eeprom des PIC18F46K22 gespeichert und das Sternchen "*" verschwindet.



Stern vor der Frequenz. Die Frequenz wurde noch nicht im Eeprom des PIC gespeichert.

1.1.3 Power ON



Das ist das Display in der SETUP-Funktion "HW/SW Version". Genau so sieht es bei "Power ON" nur die Zeile 8 fehlt. Anschließend wird nur angezeigt welche "TRX-CAT" Einstellung aktiviert wurde.

Nach Power ON werden alle Baugruppen initialisiert. Die bistabilen Relais werden in die richtige Stellung gebracht. Alle Relais werden der Reihe nach eingeschaltet und anschließend wieder ausgeschaltet, da der geschaltet Zustand der Relais unbekannt ist. Dabei ist zu beachten das die 8 Relais des L-Gliedes in Ruhe alle eingeschaltet sind. Es müssen ja alle Induktivitäten kurz geschlossen sein wenn L den Wert=0 hat.

Anschließend wird die letzte gespeicherte Frequenz geladen und wenn im Speicher eine Anpassung vorhanden ist, die LC-Einstellung und die LC-Variante. Der PicATUBmini fängt *grundsätzlich* nicht automatisch an zu tunen. Die Tune-Funktionen können nur über das *Menü* gestartet werden.

1.1.4 Power OFF

Wurde ein Anpassung an die Antenne erfolgreich beendet, können wir den PicA-TUBmini auch ausschalten. Alle Relais bleiben im geschalteten Zustand! Das ist der große Vorteil der bistabilen Relais.

1.1.5 Frequenz-Erkennung



Der PicATUBmini hat eine Frequenzmessung. Die Auskopplung des Sendesignals zur Messung der Frequenz erfolgt am Richtkoppler mit C35, 1nF und C36 1nF. Der schnelle Komparator TS3011 macht daraus ein Rechtecksignal, was zum PIC Pin RA4 führt. Der PIC misst mit einer Torzeit von 10mSek die Frequenz. Die Messgenauigkeit kann im *SETUP* unter "Frequenz Calib." korrigiert werden.

Die Frequenzmessung lässt sich auch dauerhaft abschalten, im *SETUP* unter "FrqMeasurement". Das ist vorteilhaft wenn der Sendepegel nicht sauber ist und die ATU öfters die falsche Frequenz misst.

Ist die Frequenzmessung deaktiviert ändert sich die "MHz" in "mhz" in der ersten Zeile.



Die Funktion der Frequenzmessung ist ausgeschaltet "mhz".

Kommt die Frequenzinformation über die RS232 per CAT oder Fernsteuerung wird die **Frequenzmesung auch deaktiviert**. Die Bezeichnung "MHz" ändert sich in "cat".

1.1.6 Einteilung externer Speicher für LC-Werte

Ich habe auf der Steuerplatine einen externen Eeprom-Speicher vorgesehen, der sehr groß ist (64kByte). Dadurch ist es möglich im gesamten Kurzwellenbereich aller 10kHz eine Abstimmeinstellung zu speichern. Da bei einem Frequenzbereich von 1,5 MHz bis 30 MHz immer noch viel Speicherplatz vorhanden ist, habe ich noch 4 weitere Frequenz-Bereiche 1,5 MHz bis 30 MHz vorgesehen. Es gibt also 5 Speicherbereiche von 1,5 MHz bis 30 MHz in denen aller 10 kHz eine Tuner-Einstellung gespeichert werden kann. Diese 5 Speicherbereiche bezeichne ich als Antenne 1 bis 5. Pro Datensatz benötige ich 3 Byte. Für den Frequenzbereich 1,5 MHz bis 30 MHz benötige ich bei einem 10kHz-Raster 2850 Speicherplätze mit je 3 Byte. Das ergibt 8550 Byte. Folgende Speicherbereiche ergeben sich:

- Antenne 1 Speicherplatz 0 bis 8549
- Antenne 2 Speicherplatz 8550 bis 17099
- Antenne 3 Speicherplatz 17100 bis 25649
- Antenne 4 Speicherplatz 25650 bis 34199
- Antenne 5 Speicherplatz 34200 bis 42749

Der Speicherbereich 42750 bis 65535 bleibt frei. Da könnte man noch eine Sicherung des Pic-Eeproms einrichten. Vielleicht mache ich das später noch einmal.

1.2 Menü-Funktionen

Mit der *Einzeltaste* kommen wir in die *Menü-Funktionen*. Es folgt der Erläuterung der Funktionen.

1.2.1 Match, Match deep

In dieser Beschreibung habe ich beide Funktionen (Match, Match deep) zusammen gefasst. Die "Match-Funktion" wurde von mir noch einmal grundlegend

überarbeitet. Ich habe auf eine intelligente Flächensuche umgestellt. Die Fläche ergibt sich aus den Seitenlängen X(C:Kapazität) und Y(L:Induktivität). In unserem Fall ist X=C-Werte 0 bis 255 und Y=L-Werte 0 bis 255. Das ist eine Fläche von 256 x 256 Feldern, das ergibt multipliziert 65536 Felder. Das ist eine enorme Menge. Deshalb bin ich auf die Idee gekommen die erste Flächensuche mit exponentieller Schrittweite zu beginnen.

Grundmatch

Nachdem das Sendesignal erkannt ist, beginnt die erste Such-Funktion *Grund-match*. Das ist die Wichtigste. Die Schrittweite steigt quadratisch und es wird immer nur ein Relais der binären L-Kette und C-Kette eingeschaltet.

Das ist die erste Suche des SWR-Minimums. Die Suche beginnt mit C Wert= 0 und L Wert=0. Es folgt der nächste Schritt mit C-Wert=0 und L-Wert=1. Bei jedem weiteren Schritt verdoppelt sich der Wert von L. Es ergeben sich 9x9 also 81 L/C Kombinationen. Die L- und C-Werte kann man als eine quadratische Fläche betrachten mit 81 Feldern. Auf einer Seite der Fläche sind die L-Werte und auf der andren Seite der Fläche sind die C-Werte.

L-Werte 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128

C-Werte 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128

Die Wertigkeit von L geht von 0 $(0,00\mathrm{uH})$ bis 128 $(10,4\mathrm{uH})$ und die Wertigkeit von C von 0 $(0,0\mathrm{pF})$ bis 128 $(800\mathrm{pF})$. Die Suche auf der ersten Fläche beinhaltet 81 Felder. 0/0 ist das erste Feld und 128/128 ist das letzte Feld. Bei jeder Kombination von L und C wird das Return-Loss gemessen. Es werden alle 81 Kombinationen eingestellt und das RL gemessen. Das Feld mit dem höchsten Return-Loss merkt sich die Funktion und eine neue Suchfläche wird festgelegt. Die Schrittweite in wird neu gewählt, so das wieder etwa 64 bis 81 Suchfelder entstehen.

Submatch

Submatch setzt die Suche fort mit reduzierter linearer Schrittweite in der quadratischen Fläche von L und C.

Submatch wird immer wiederholt mit halbierter Schrittweite und dadurch auch reduzierter LC-Fläche. Submatch wird so lange wiederholt bis ein SWR < 1,2 gemessen wird oder die Schrittweite beim L-Glied und C-Glied **eins** beträgt.

Unterschied Match und Match deep

Der Unterschied von *Match* und *Match deep* ist die Suchtiefe. Ergibt sich bei *Match* im *Grundmatch* ein SWR < 2,5 wird mit *Submatch* weiter gesucht. Geht im *Gundmatch* das SWR nicht unter 2,5 wird die LC-Variante umgeschaltet und die Suche beginnt von vorn mit *Grundmatch*. Das soll die Suche etwas beschleunigen. *Match deep* sucht in jeder LC-Variante bis zum Ende. Ende bedeutet wieder, SWR < 1,2 oder die Schrittweite beim L-Glied und C-Glied ist **eins**. Das dauert länger.

Ende Matchfunktion

Ist am Ende der letzten Submatch-Funktion das SWR < 1,5 wird die gefundene Einstellung im 10kHz-Raster abgespeichert.

1.2.2 ReMatch

Grundsätzlich sollte man beim Wechsel in einem anderen 10khz-Bereich noch einmal *ReMatch* aufrufen und Nachstimmen. *ReMatch* sucht so lange bis die Schrittweite bei L und C gleich 1 ist oder SWR < 1,1. Ganz zu Schluss wird um das gefunden beste Feld herum noch einmal ein Bereich von 4x4 Feldern gesucht ob es ein noch besseres SWR gibt. Sicher ist sicher.

Auch hier gilt wieder, ist das SWR < 1,5 wird die gefundene Einstellung im 10 KHz.Segment des externen Eeprom abgespeichert. Oft werden aber noch kleiner SWR-Werte erreicht.

1.2.3 ReMatch deep

Die Funktion *ReMatch deep* habe ich für schwierige Fälle noch programmiert. Vorher wird manuell die LC-Variante umgeschaltet und anschließend *ReMatch deep* gestartet. *ReMatch deep* beginnt mit der Suche von ganz vorn *Grundmatch*, *Submatch* usw..

Es ergibt sich manchmal ein besseres SWR durch der Umschaltung der LC-Variante.

1.2.4 ReMatch 8x8

Es wird um das jetzige Feld ein Bereich von 8x8 mit Schrittweite 1/1 erneut gesucht. Auch diese *ReMatch-Funktion* verbessert eventuell das SWR. Es wird ein etwas größerer Bereich abgesucht.

1.2.5 Band save

Wird das erste mal eine Anpassung im KW-Band gesucht ist es ratsam die gefundene Anpassung für alle 10kHz-Segment des KW-Bandes zu speichern. An Hand der eingestellten Frequenz weiß die SW welches KW-Band gemeint ist.

Steht die Frequenz im Tuner als Beispiel auf 3,76 MHz, weiß die SW das ist das 80m-Band und speichert die gefundene Einstellung in allen 10kHz-Segmenten von 3,40MHz bis 3,90MHz ab. Also noch 100kHz zusätzlich unterhalb und oberhalb des Bandes.

Das hat den Vorteil, wir haben im gesamten 80m-Band eine einigermaßen gültige Anpassung die mit *ReMatch* oder *ReMatch8x8* optimiert werden kann.

1.2.6 10kHz Seg.save

Diese Funktion speichert die Anpassung im zur Frequenz passenden 10kHz-Segment oder noch besser, der Speicherbereich getrennt nach unten (From) und oben (To) erweitert werden kann. So kann man gezielt einen definierten Frequenzbereich mit der gefundenen Einstellung belegen.

- **Drehgeber** Den 10kHz Raster-Bereich erweitern. "From" erweitert nach unten und "To" nach oben.
- Drehgeber-Taste kurz gedrückt Der Kursor wechselt zwischen "From" und "To".
- **Einzeltaste kurz gedrückt** Einstellung wird genommen und im eingestellten Frequenzbereich abgespeichert.

Tasten lange gedrückt Abbruch der Funktion.

1.2.7 LC High/Low

In dieser Funktion kann die LC-Variante manuell geändert werden. In diesem Tuner ist nur die Umschaltung von High > 500hm oder Low < 500hm möglich. Manchmal ist es nötig per Hand umzuschalten und anschließend mit *ReMatch deep* das Optimum zu suchen.

1.2.8 Antenna Imp.

"Antennen Impedanz". Wurde eine gute Anpassung gefunden, berechnet diese Funktion mit der eingestellten Frequenz, der LC-Variante und den Werten von L und C die Antennenimpedanz. Der Zahlenwert der Impedanz stimmt natürlich nicht ganz genau, aber eine gute Orientierung ist das auf alle Fälle. Manchmal ist es hilfreich zu wissen welch Impedanz die Antenne hat. Angezeigt wird der Absolutwert "Z" und aufgeschlüsselt der reale-Anteil "R" und der imaginäre-Anteil "X"



Die Antennen-Impedanz wird angezeigt. Beendet wird die Anzeige mit Taste oder nach 15 Sekunden.

1.3 SETUP-Funktionen

Ein langer Tastendruck der Einzeltaste startet das SETUP-Menü.

1.3.1 Abbruch!

Das bedarf keiner Erklärung. Abbruch!

1.3.2 Relais-Test

Da im Tuner nur bistabile Relais verwendet werden gestaltet sich die Fehlersuche etwas schwierig. Ich habe deshalb in der Software die Umschaltung der Relais verlangsamt. Vor jedem Schaltvorgang habe ich 250mSek eingefügt. Wenn man genau hinhört ertönt bei jedem Weiterschalten mit dem Drehgeber 2x ein Relaisklick. Das ist schon ausreichend um zu prüfen ob jedes Relais auch angesteuert wird.

Es werden der Reihe nach die Relais "KL1 $0,08\mathrm{uH}$ " bis "KL8 $10,4\mathrm{uH}$ " und anschließen "KC1 $6,4\mathrm{pF}$ " bis "KC8 $800\mathrm{pF}$ " und noch das Relais "KLCV High/Low" durch "geklappert".



Begonnen wird mit Relais "KL1" und das 17-te Relais ist "KLCV".

Die Einzeltaste beendet den Relaistest.

1.3.3 Frequenz Calib.

Mit dieser Funktion kann die Frequenzmessung kalibriert werden. Die Torzeit zum Messen beträgt 10mSek. Das Frequenz-Messergebnis stimmt aber nicht genau, durch Laufzeiten in der SW usw... Mit dem "Toroffset" kann das korrigiert werden. Default habe ich 5 vorgegeben. Damit habe ich bei 30,000000 MHz die besten Messergebnisse.



Die eingestellte Sendefrequenz ist genau 30,000000 MHz. Bei Toroffset = 4 beträgt die Frequenzabweichung 2000Hz und bei Toroffset = 5 nur 1000Hz. Also Toroffset = 5 ist die richtige Einstellung. Mit der Einzeltaste wird abgespeichert.

1.3.4 OLED rot. 180°

Hier kann ich die Anzeige im Display um 180°drehen. Es könnte gebraucht werden wenn das Display um 180°gedreht eingebaut wurde. Die Einstellung wird dauerhaft im Eeprom gespeichert.

1.3.5 Antenna select

Die Auswahl der Antenne 1..5 (Speicherbereich 1..5) erfolgt hier.

1.3.6 Antenna copy

Kopieren von einer Antennen-Nummer zu einer beliebigen anderen Antennen-Nummer. Alle LCV-Werte werden kopiert. **Die Funktion dauert mehrere Minuten!**



Auf dem Display lässt sich der Fortschritt verfolgen.

1.3.7 Antenna CLR

Der Speicherbereich im Eeprom für die entsprechende Antennennummer (Speicherbereich) wird gelöscht. Alles LCV-Werte gehen verloren. **Die Funktion dauert** mehrere Minuten!

1.3.8 MatchLevel min

Hier wird der minimale d B
m-Wert eingestellt. Oberhalb dieses Pegels beginnt der Tuner zu arbeite
nMatchusw...



Ich habe 200mW vorgegeben. Das ist schon sehr wenig.

1.3.9 MatchLevel max

Das ist der maximale Pegel beim Tunen. Oberhalb dieses Pegels werden keine Relais mehr geschaltet. Das ist soll ein Schutz der Relais beim Schalten sein.



Über 5W schalten die Relais nicht mehr.

1.3.10 Self-Capazi.

Das C-Glied, auch wenn es auf dem Wert=0 steht, hat eine Rest-Kapazität. Diese Kapazität wird hier eingetragen. Bei mir sind das " $_27pF$ ".



Wurde die Anzeige des C-Wertes in "pF" eingestellt wird diese Rest-Kapazität mit dazu gerechnet. Auch in der Berechnung der Antennen-Impedanz wird die Rest-Kapazität mit berücksichtigt.

1.3.11 Self-Induct.

Das L-Glied, auch wenn es auf dem Wert=0 steht, hat eine Rest-Induktivität. Diese Induktivität wird hier eingetragen. Bei mir sind das "200nH".



Wurde die Anzeige des L-Wertes in "uH" eingestellt wird diese Rest-Induktivität mit dazu gerechnet. Auch in der Berechnung der Antennen-Impedanz wird die Rest-Induktivität mit berücksichtigt.

1.3.12 OLED Char set

Der vollständige Zeichensatz wird in kleiner Schrift im Display dargestellt. Die Anzeige bleibt maximal 15 Sek. stehen oder wird vorzeitig mit der Einzeltaste beendet.



1.3.13 HW/SW Version

Die HW-Version und die SW-Version wird angezeigt. Das ist der gleiche Inhalt wie nach "Power ON". Die Anzeige bleibt maximal 15 Sek. stehen oder wird vorzeitig mit der Einzeltaste beendet.



1.3.14 PC - > FW-Update

Das ist neu ab FW 1.06. Die Funktion für ein FW-Update per PC-Software "ATUmini FW Loader" wird aktiviert. Diese Funktion bitte nicht während des FW-Update unterbrechen. Das könnte zur Folge haben, dass der PIC mit einem "Programmer" neu programmiert werden muss.

Hat das Update noch nicht begonnen, kann nur durch "Power OFF" des Tuners die Funktion verlassen werden.

1.3.15 LC display

Hier kann die Anzeige von L und C umgeschaltet werden. Entweder der Zahlenwert der binär-Glieder werden angezeigt oder der C-Glied-Wert in "pF" und der L-Glied-Wert in "uH". Mit dem Aufruf der Funktion wird sofort gewechselt und die Einstellung gespeichert.



Einmal die Anzeige des binären Wertes und rechts in uH und pF. Bei dieser Anzeige werden die "Self-Werte" mit addiert.

1.3.16 Power calib.

Im Richtkoppler ist eine Doppeldiode "BAT170" für die Gleichrichtung der Messspannungen verbaut. Das ist eine Schottky-Diode mit einer kleinen Scheusen-Spannung von 0,275 Volt laut Datenblatt. Die Kennlinie der Gleichrichtung ist leider nicht linear, vor allem bei sehr kleinen HF-Pegel. Ich habe in der Software eine Funktion geschrieben, die die Abweichungen etwas korrigiert. Aber super genau ist das natürlich nicht. Die Sendeleistung wird ja aus der gemessenen HF-Spannung berechnet.

Power = Uvor(korr) * Uvor(korr)/50Ohm

Die Messspannung geht erst ein mal durch die Korrektur-Funktion der Diodenkennlinie und anschließend wird die Leistung berechnet.

Weicht die Leistungsanzeige ab, soll diese Funktion dazu dienen, die Anzeige etwas zu korrigieren. Dies Korrektur geht auch mit in die Berechnung der "dBm" und "Return Loss" Werte mit ein. Das SWR bleibt davon unberührt.

Am besten wählt man einen Sendepegel von etwa 1 Watt bis 2 Watt, dessen Wert man vorher mit einem genauen Messgerät gemessen hat.

Hat man keine Möglichkeit der genauen Messung, lässt man einfach die Einstellung so wie sie ist.



Ich habe meinen Power-VFO vorher genau auf 1 Watt eingestellt und nachgemessen. Anschließend habe ich die Power-Anzeige des PicATUBmini kalibriert. Jetzt stimmt die Anzeige mit der 1 Watt Sendeleistung überein.

Durch die Diodenmessung im Richtkoppler kann trotzdem bei höher Leistung und geringerer Leistung ein Abweichung in der Anzeige auftreten. Mit dem AD8307 ging das etwas besser.

1.3.17 FrqMeasurement

Auf deutsch "Frequenzmessung". In dieser Funktion kann man die Frequenzmessung deaktivieren. Diesen Punkt habe ich mit in die Software aufgenommen für den Fall, dass das Sendesignal unsauber ist und und die Ergebnisse der Frequenzmessung falsch sind. Das hätte beim "Match usw.." die Folge das das Ergebnis der Abstimmung im externen Eeprom an falscher Stelle gespeichert wird und nicht wieder abrufbar ist.

1.3.18 Match Atten.

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

Die Möglichkeiten sind:

- monostabiles Relais
- bistabiles Relais
- OFF

Will man kurzzeitig diese Funktion deaktivieren ist das durch *langes drücken der Einzeltaste* möglich. Dieser Zustand wird nicht gespeichert.

Ob diese Funktion aktiv ist oder auch nicht kann man im Display sehen. In Zeile 4, rechts ist ein Punkt "." zu sehen, wenn die Funktion aktiv ist. Bei jedem Match-Vorgang wird das zusätzlich Relais mit dem HF-Dämpfungsglied EIN geschaltet. Ist der Match-Vorgang beendet schaltet das Relais wieder ab.

1.3.19 TRX Cat.

Diese Funktion wählt den Typ des TRX aus, der an der RS232 angeschlossen wurde.

Auf der Steuer-Platine ist eine RS232-Schnittstelle "J11, RS232 TRX" für die TRX-CAT-Verbindung vorhanden. Diese Schnittstelle hat TTL-Pegel. Zu beachten ist, der RS232-TX-Ausgang ist ein Open-Drain-Ausgang.

Folgende HW-Schnittstellen könnten angeschlossen werden:

- 5V RX-TTL Diese Schnittstelle hat in beiden Richtungen TTL-Pegel 5V entspricht dem HIGH-Pegel und 0V entsprechen dem LOW-Pegel. Mein TRX PicAStar und vom Icom die CI-V Schnittstelle arbeitet ebenfalls mit TTL-Pegel.
- **RS232** Eine kleinen Platine mit einem RS232-IC (z.B.:MAX232) bildet die echte RS232-Schnittstelle mit einem SUB-D9 Stecker oder Buchse. Je nach dem wie es gewünscht wird. Ich habe einen weiblichen SUB-D9. Bei dieser HW ist etwa -8V der HIGH-Pegel und +8V der LOW-Pegel.
- **USB extern** Die USB-HW ist ebenfalls auf einer kleinen Platine mit dem IC FT232RNL.

Bei fast allen HW-Varianten ist am "RS232-TX-Ausgang" noch ein Widerstand zu +5 Volt vorzusehen. Nur die "Remote Steuerung" ist hier eine Ausnahme. Der Widerstand zu +5 Volt befindet sich jeweils in der HW der Gegenseite.

Hier noch mal die zwei verschieden HW-Module:

echte RS232 mit DB9 Buchse Das ist eine echte RS232-Schnittstelle, die einige TRX benötigen. Mit einem 9-poligen Stecker und einem IC MAX 232 CWE im SMD SOL16 Gehäuse. Also etwas breiter als normal.



echte USB mit FT232RNL Der FT232RNL ist eine virtuelle USB-RS232 in Richtung PC.



In der Software habe ich folgende TRX berücksichtigt:

- PicAStar(DL4JAL), TTL mit 3,5mm Stereo Klinkenbuchse Der CAT-Anschluss ist ein Ausgang mit 5V TTL-Pegel. Bei jedem VFO-Frequenzwechsel wird sofort die neue Frequenz ausgegeben.
- Yaesu FT847, RS232 mit SUBD9 Buchse 9600-8N-2 Anschluss für den FT847
- Icom CI-V Remote, TTL mit 3,5mm Stereo Klinkenbuchse für den Icom CI-V Anschluss
- K2/K3 Elecraft, RS232 mit SUBD9 Buchse Die Baudrate ist fest eingestellt 4800 Baud.
- PC PowerSDR, USB-Buchse oder RS232 Für Windows-Software "PowerS-DR".
- Yaesu FTDX101, RS232 mit SUBD9 Buchse Anschluss für FTDX101. Einstellung 9600Baud.
- Yaesu FT1000MP Field, RS232 mit SUBD9 Buchse Anschluss FT1000MP-Field, 4800Baud.
- Yaesu FT1000MP, RS232 mit SUBD9 Buchse Anschluss FT1000MP, 4800Baud.
- Remote Control TTL-Verbindung zur Fernsteuerung.

Die Auswahl mit dem Drehgeber. Mit der Einzeltaste bestätigt. Ein *langer Tastendruck* führt zum Abbruch der Funktion.

Beschreibung der "PowerSDR" Schnittstelleneinrichtung (PC-Software) Zuerst stecken wir die Verbindung mit USB-Kabel "Remote-BG" und "PC". Im PC wird eine neue serielle Schnittstelle sichtbar. Jetzt machen wir im "PowerSDR" folgende Einstellungen. Im "SETUP, CAT Control" wählen wir die neue Schnittstelle aus (9600,none,8,1). Es folgt noch **ID as** "PowerSDR" und bei "Allow Kenwood AI Command" setzen wir den Haken. Jetzt noch "Enable CAT" Haken setzen und mit "OK" bestätigen. PowerSDR sendet jetzt bei jeder Frequenzänderung ein Kommando zu unserer Remote-BG.

Die Inbetriebnahme der USB-Schnittstelle gestaltet sich manchmal etwas schwierig. Hier einige Tips dazu. Ich habe eine zusätzliche Beschaltung des IC FT232RL vorgenommen.

6.2 Self Powered Configuration



Die Beschaltung des FT232RL, wenn die Versorgungsspannung Baugruppe und 5 Volt USB getrennt sind. Der FT232RL wird beim anstecken des USB-Kabels neu gestartet (Reset).

Als erstes öffnen wir am PC die "Systemsteuerung Gerätemanager". Wird das USB-Kabel am PC angesteckt entsteht eine neue virtuelle RS232. Im "Gerätemanager" ist das Online sichtbar. Als Test können wir das USB-Kabel mehrmals anstecken und wieder abziehen.



Das USB-Kabel ist noch nicht angesteckt. COM1, COM2 und COM4 sind zu

sehen.



Das USB-Kabel wurde angesteckt. Wir sehen die neu entstandene COM. In diesem Fall die COM3.

🖳 HPSDR Setup			11	11.7	1	-	100	_ D _ X	-
General Audio	Display	DSP	Transmit	PA Settings	Appearance	Keyboard	CAT Control	Tests	_
CAT MIDI	CAT+								_
CAT Control	CAT		PTT Co	ontrol ble PTT		ID	as: PowerSI	DR 👻	
Port:	COM3	-	Port: (None	•		Test CAT Commands		
Baud	9600	-	[RTS		BT	TY Offset		
Parity	none	-	DTR			Enable Offset VFO A			
Data	8	-	🕅 DiaL/	U Returns LS	B/USB		Enable Offse	et VFO B	
Stop	1	-	Allow	Kenwood Al	Command	2	DIGL 125 🚔	DIGU 2125 🚔	
- Focus Master								ZZSN	
Mode	None		•					0000-0000	
N1MM Port 12060 Delay (mS) 2000									
Window Title									
Reset Database	e Import	: Databas	e E	xport Databas	se	ОК	Cancel	Apply	

Jetzt können wir im "PowerSDR" die neu entstandene Schnittstelle im Dialogfenster einstellen und benutzen. Wir sehen alle "CAT Einstellung" im "PowerSDR".

1.4 Berechnungen

Hier die Beschreibungen wie ich die Berechnungen für SWR, der Leistung und noch weitere Parameter realisiert habe.

Die Korrektur der Diodenkennlinie

Für die Erfassung der Spannungen *Vorlauf* und *Rücklauf* im Richtkoppler habe ich in diesem Tuner Schottky-Dioden verwendet. Schottky-Dioden haben eine geringe Schleusenspannung von etwa 0,2 Volt. Silizium-Dioden habe dagegen etwa 0,7 Volt. Trotz der geringen Schleusenspannung ist die Gleichrichterkurve sehr Krumm. Vor allem bei sehr geringe HF-Pegeln fällt die gleichgerichtete Spannung überproportional ab. Das hat zur Folge das die Berechnungen der Leistung und die Berechnung des SWR sehr ungenau werden.

Deshalb habe ich von Anfang an versucht die Gleichrichterkurve dem HF-Pegel anzupassen. Die alte Funktion der Korrektur wird im Display als "Dioden Correct", "Table old" angezeigt. Ich habe Hinweise bekommen, dass bei SWR-Anzeigen von kleiner 2,0 das SWR sehr ungenau wird. Deshalb habe ich ab der FW 1.08 die Dioden-Korrektur-Funktion noch einmal grundlegend überarbeitet. Das Problem ist bei der Erfassung der Spannungen *Vorlauf* und *Rücklauf* im Richtkoppler ist, bei einem sehr guten SWR ist am Rücklauf fast keine HF mehr zu messen. Dadurch wird das SWR viel zu positiv. Ich hoffe das die neue *Dioden-Korrektur-Funktion* etwas bessere Messergebnis liefert.

Aktiviert ist in der FW 1.08 die "Dioden Correct", "Table new". Also die neue Funktion. Es gibt die Möglichkeit auf die alte Funktion der Dioden-Korrektur umzuschalten.

Umschalten der Dioden-Korrektur: Drehgeber-Tasten ganz lange drücken bis im Display "Dcorr. ALT/NEU" erscheint.

Die eingestellte Dioden-Korrektur wird immer gespeichert und bleibt erhalten!!

Berechnung SWR

Eine einzelne Messung der Vorlaufspannung und Rücklaufspannung besteht aus 32 Einzelmessungen die verschachtelt sind, also immer im Wechsel "Uvor", Urück", "Uvor", Urück" usw... Das 32 mal. Die Zahlen der Messung werden dabei getrennt addiert. Bei eine AD-Wandlerbreite von 0..1023 ergibt das eine Gesamtzahl von $1023 \ge 32$ (0..32736). Anschließend wird der Zahlenwert von Uvor und Urueck mit der Korrektur-Funktion der Diodenkennlinie angepasst. Die Formel für die Berechnung des SWR lautet:

SWR = (ADWertUvor + ADwertUrueck)/(ADWertUvor - ADwertUrueck)

Diese Berechnung geht sehr schnell und ist auch genau genug. In den Match-Funktionen kommt es auf sehr schnelle Berechnungen an.

Berechnung der Leistung

Einzelheiten dazu habe ich schon im Kapitel 1.3.16 auf Seite 15 beschrieben.

Zuerst muss ich den AD-Wandlerwert mit der Funktion "Korrektur Diodenkennline" etwas korrigieren. Anschließen wird der AD-Wandlerwert mit der Konstanden "Ufaktor" multipliziert. Das Ergebnis ist die Spannung U_{eff} des Vorlaufes oder Rücklaufes. Hier die Formel dazu:

$$P_{mW} = (Uvor_{korr} * U_{faktor})^2 / 50Ohm$$

 $U_{faktor} = 0,00108$

 U_{faktor} wird in der SETUP-Funktion "Power calib." in 0,00001 Schritten verändert und die Anzeige der Leistung der waren Leistung angepasst.

Berechnung der Leistung in dBm

Die dBm Werte ermittle ich aus der berechneten Leistung. Das geschieht mit der bekannten Formel:

 $Leistung(dBm) = Log_{10}(Power_{mW}) * 10.0$

Berechnung von Return Loss

Für die Berechnung der Rückflussdämpfung wird nur dBm_{rueck} von dbm_{vor} subtrahiert:

 $ReturnLoss_{dB} = dBm_{vor} - dBm_{rueck}$

"Return Loss" ist mir lieber als "SWR". Aber das ist reine Geschmackssache.

1.5 Automatische Nachführung der Anpassung je nach Arbeitsfrequenz

1.5.1 Umschaltung per TRX-Cat

Ist an der RS232 ein TRX angeschlossen und die Frequenzübertragung vom TRX zum Tuner funktioniert, **hat die CAT-Frequenz Vorrang**. Die Frequenzmessung im Tuner wird automatisch deaktiviert. Bei jedem Frequenzwechsel im TRX wird die Frequenz zum Tuner übertragen und der Tuner holt sich die passende Anpassung der Antenne aus dem Eeprom. Aber nur wenn im 10kHz-Raster vorher eine Einstellungen irgendwann abgespeichert wurde.



Funktioniert die Frequenzübertragung vom TRX zum Tuner wird aus dem "MHz" nach der Frequenzangabe "cat".

1.5.2 Umschaltung per Frequenzmessung

Ist keine CAT-Verbindung aktiv und die Frequenzmessung ist aktiv, erfolgt das Laden, der passenden Anpassung an die Antenne, nach dem Erkennen des Sendesignales und der Messung der Sendefrequenz. Das ist ein kleiner Nachteil gegenüber der CAT-Variante aber immer noch besser als keine Frequenz-Nachführung. Die Sendefrequenz wird 5x hintereinander gemessen und untereinander verglichen sind die 5 Messungen gleich gilt die Messung. Nur ein Digit Abweichung nach oben oder nach unten wird toleriert.

1.5.3 Umschaltung durch Frequenzänderung mit dem Drehgeber

Die dritte Möglichkeit die passende Anpassung automatisch zu laden ist das Einstellen der Frequenz mit dem Drehgeber. Das funktioniert aber nur wenn keine CAT-Verbindung aktiv ist. Mit der Tastenfunktion im Drehgeber wird die Frequenzschrittweite verändert. Die Schrittweiten sind: erster Tastendruck "1MHz" dann folgt "100kHz" und zuletzt "10kHz". Der "*" vor der Frequenz bedeutet das die Frequenz geändert wurde und nach 5 Sekunden gespeichert wird.

Kapitel 2

Firmware erneuern mit PC-Software

Es gibt 2 Möglichkeiten die Firmware im PIC zu erneuern.

• Mit dem Programmer z.B.: mit dem Pickit3 von Microchip. Als PC-Software kann "PICkit 3 v3.10" genommen werden. Diese Software läuft nur unter Windows und ist auf meiner Internetseite zu finden

(https://www.dl4jal.de/stationswattmeter/sw/pickit3.zip).

• Mit der PC-Software "ATUmini FW Loader", von DL4JAL, die ich extra dafür geschrieben habe.

2.0.1 Firmware erneuern mit Programmer

Wird mit dem Programmer neue Firmware aufgespielt ist grundsätzlich die HEX-Datei **mit Bootloader** zu nehmen. Dadurch hat man später auch die Möglichkeit die Firmware mit der PC-Software "ATUmini FW Loader" zu erneuern.

2.0.2 Firmware erneuern mit "ATUmini FW Loader"

Ich habe ganz am Ende des Flashspeichers im PIC18F46K22 einen sogenannten Bootloader programmiert. Mit dem Bootloader ist es möglich die Firmware über die serielle Schnittstelle zu erneuern. Das funktioniert mit einer richtigen RS232 (COM1 usw...) genauso wie mit einer virtuellen COM per USB-Adapter. Die PC-Software "ATUmini FW Loader" gibt unter Windows und auch unter Linux auf meiner Internetseite. Damit das FW-Update gelingt müssen folgende Schritte durchgeführt werden.

Aktivieren der RS232 im "PicATUBmini"

- 1. Aktivierung der RS232 für das FW-Update:
 - ab FW 1.06: Ich habe im *SETUP* eine neue Funktion programmiert "PC-- >FW-Update". Im OLED-Display steht jetzt "Firmware load".

2. Wir starten die SW auf dem PC. Die PC-Software "ATUmini FW Loader" sucht jetzt den PicATUBmini. Ist die RS232 mit dem PC verbunden wird der PicATUBmini schnell gefunden.

	ATUmini	iFWloade	r V1.00	-		8	
				HEX-D	Datei		
HEX-Datei la		Write Flash					
FW: V1.05				Ex	it		
HW gefunden an	: /dev/ttyUSB	0					

3. Jetzt können wir die HEX-Datei suchen und laden. Es funktioniert aber nur die HEX-Datei **ohne Bootloader**. Ist die Datei nicht geeignet kommt:

ATUminiFWloader V1.00	🛛					
HEX-Datei nicht geeignet!!	HEX-Datei					
	Write Flash					
FW: V1.05	Exit					
HW gefunden an: /dev/ttyUSB0						
Al OminiFwiloader V1.00	- 🗆 😣					
HEX-Datei OK!! Laenge: 33229 Byte	– 🗆 🔀					
HEX-Datei OK!! Laenge: 33229 Byte Write Flash ausfuehren!	- C X					
HEX-Datei OK!! Laenge: 33229 Byte Write Flash ausfuehren! FW: V1.05	 – • × HEX-Datei Write Flash Exit 					
HEX-Datei OK!! Laenge: 33229 Byte Write Flash ausfuehren! FW: V1.05	 HEX-Datei Write Flash Exit 					

Das ist die richtige Datei. Sie passt in den Flash des PIC.

	ATUminiFWloader V1.0	0	-		8
HEX-Datei OK!!	Laenge: 33229 Byte		HEX-	Datei	
Block: 64 / 520			Write	Flash	١
FW: V1.05			Ex	it	
Flash wird beschrie	ben!				

Die HEX-Datei wird geladen und am Ende macht der Tuner ein Reset und startet mit der neuen Firmware.

Die erforderliche Hardware für die PC-Verbindung

Der Ausgang an J11 ist ein TTL-Signal. Im mir dem PC zu kommunizieren ist ein Adapter nötig. Die Beschreibung dazu folgt jetzt.

Adapter USB - TTL, meine Version

4.



Ich habe mir einen Adapter gebaut der konvertiert TTL zu USB mit dem IC FT232RL, neu FT232RNL. Die +5 Volt für den FT232RNL kommen vom PC. Das habe ich mit einer kleinen Drahtbrücke von der USB-Buchse, PIN1 zum CON8. Zwischen CON8 und CON2 muss noch ein Widerstand 4,7k gelötet werden, da der RS232-TX-Ausgang des Tuner "open Drain" ist.



Adapter USB - TTL, die neue Platine





Hier ist nur ein zusätzlicher Widerstand 4,7k zwischen J2, PIN1 und PIN3, einzufügen. Der TX-Ausgang ist "open Drain".

Adapter echte RS232 - TTL

Es funktioniert auch eine echte RS232.



Auch hier ist nur ein zusätzlicher Widerstand 4,7k am TTL-RX Eingang zu $+5\mathrm{Volt}$ erforderlich, J2 PIN und PIN3. Eventuell einen SMD 0805 4,7k einlöten.

Kapitel 3

Remote Control

Manchmal ist es notwendig den Tuner abgesetzt zu betreiben. Deshalb habe ich eine kleine Fernsteuer-Baugruppe entwickelt. Mit der Fernsteuerung kann der "PicATU20B" oder der "PicATUBmini" ferngesteuert werden. Es sind fast alle Funktionen verfügbar.

Voraussetzung ist beim "PicATUBmini" die Firmware 1.06!

3.0.1 Prinzip der Fernsteuerung



Das ist zwar ein anderes Beispiel der Fernsteuerung. Und zwar die Fernsteuerung meines 500Watt Tuners "PicATU500", aber bei den kleinen QRP-Tunern sieht die Fernsteuerung auch so ähnlich aus.

Der IRLML2803 mit seinem "Open Drain" Ausgang hängt am Widerstand der HW-Gegenseite. Und die andere Seite des Widerstandes an +5 Volt. So ist eine störungsfreie Datenübertragung möglich, in beide Richtungen.

3.0.2 Die Erkennung des Tuner-Types

Nach Power-ON werden die ersten Daten vom Tuner angefordert. In den Datensätzen ist die Kennung des Tuner-Types enthalten. Vom Tunertyp hängt die Fernbedienung ab. Der "PicATUBmini" hat weniger Leistungsmerkmale und das muss berücksichtigt werden.

3.0.3 LCD-Display Anzeige

Ich habe Fotos der Display-Anzeige gemacht.



Zuerst der Display-Inhalt, wenn kein Sendesignal anliegt. Zuerst Zeile 1:

- **1A** Antenne Nummer 1. Speicherbereich 1 im externen Eeprom ist eingeschaltet.
- 7,03M 7,030 MHz ist am Tuner erkannt oder eingestellt. "M" bedeutet, das keine CAT-Verbindung zum TRX besteht. Bei einer funktionierenden CAT-TRX Verbindung wird aus dem "M" ein "C". Ist ein "m" oder "c" (Kleinbuchstaben) zu sehen, wurde die Frequenz noch nicht zum Tuner übertragen.
- 2 Die Zahl nach der Frequenz ist die CAT-Einstellung (0..3). Als CAT-TRX wurde der dritte TRX (0,1,2,3) gewählt (K2/K3 Elecraft).
- + 0,0 Vorlaufleistung in dBm.

In Zeile 2:

- L 9 L-Glied Zahlenwert ist 9.
- C 39 C-Glied Zahlenwert ist 39.
- 0,0 Return Loss in dB.
- Hi LC-Glied ist auf High (> 50 Ohm).



Der "Stern" vor ReturnLoss bedeutet, ein Datensatz wird empfangen. Auch zu sehen an der grünen LED der Fernbedienung.

Liegt eine Sendesignal am Tuner an werden Datensätze in kurzen Zeitabständen vom Tuner gesendet. Wieder zuerst **Zeile1**:

- **S** 1,55 Das SWR beträgt 1,55.
- 10,3W Sendeleistung 10,3 Watt.

Und Zeile 2:

- L 9 L-Glied Zahlenwert ist 9.
- C 39 C-Glied Zahlenwert ist 39.
- 13,2 Return Loss beträgt 13,2 dB.

• **Hi** LC-Glied ist auf High (> 50 Ohm).

Die mathematische Beziehung zwischen Return Loss und SWR ergibt kleine Abweichungen. Genauer bekomme ich das nicht hin. Das liegt an der SW-Korrektur der Gleichrichterkurven im Richtkoppler. Die Dioden arbeiten nicht linear. Ohne SW-Korrektur wäre das noch schlimmer. Das ist eben nicht so genau wie das Erfassen der Leistung mit dem AD8307.

3.0.4 Bedienelemente Drehgeber und Einzeltaste

Die Bedienung der Fernbedienung erfolgt wieder mit Drehgeber und Einzeltaste. Ein *langer Tastendruck* ist immer ein Abbruch der Funktion.

Ist keine CAT-TRX Verbindung aktiv kann mit dem Drehgeber die Arbeits-Frequenz des Tuners verändert werden. Mit der Taste im Drehgeber wird die Schrittweite eingestellt (1MHZ, 100kHz und 10kHz).

- Ein kurzer Tastendruck der Einzeltaste ist der Zugang zum Menü.
- Ein langer Tastendruck der Einzeltaste ist der Zugang zum SETUP.

3.0.5 Die Menüpunkte der Fernsteuerung

Die Menüpunkte der Fernsteuerung sind in etwa identisch mit der Bedienung direkt am Tuner. Ich liste mal die Menüpunkte auf:

- Match Volle Abstimmung mit Umschaltung LC-Glied High(> 50 Phm) zu Low(< 50 Ohm)
- Match deep Volle Abstimmung mit Umschaltung LC-Glied High zu Low. Es wird ausführlicher (tiefer) Gesucht.
- **ReMatch** Nachstimmung ohne Umschaltung LC-Glied High zu Low.
- **ReMatch deep** Nachstimmung ohne Umschaltung LC-Glied High zu Low. Es wird ausführlicher Gesucht.
- ReMatch 4x4 Nachstimmung in einem LC-Feld 4x4, Schrittweite 1.
- **ReMatch 8x8** Nachstimmung in einem LC-Feld 8x8, Schrittweite 1. Das Suchfeld ist etwas größer.
- LC-Var. change Umschaltung LC-Glied High zu Low oder umgekehrt. High ist Impedanz > 50 Ohm und Low ist Impedanz < 50 Ohm.</p>
- **Impedanz Antenne** Hier wird rückwärts aus den Anpass-Parametern von L und C die Antennenimpedanz errechnet. Das ist aber nicht sehr genau und soll nur eine Orientierung sein.
- **Band save** Wurde eine Anpassung gefunden, so kann sie für das ganze Amateurfunk-Band abgespeichert werden.
- 10kHz save Nach Match usw. wird nur automatisch die Abstimmung abgespeichert wenn das SWR kleiner 1,5 ist. Manchmal ist es notwendig die gefundene Abstimmung trotzdem zu speichern, auch wenn SWR > 1,5 ist. Mit dieser Funktion geht das.

Bei allen Match-Funktionen kommen Rückmeldung, die im LCD-Display angezeigt werden. Die Rückmeldungen dienen als Information, was der Tuner *gerade macht*.

Es ist auch zu sehen was zu tun ist, z.B. "Abschaltung des Senders".

3.0.6 Die SETUP-Punkte der Fernsteuerung

Auch diese Punkte liste ich auf. Es sind nicht so viele wie am Tuner direkt.

- **TRX Cat. selcet** Die Fernsteuerung hat eine zweite RS232-Schnittstelle. Dies ist für eine Verbindung zum TRX gedacht. Diese CAT-Verbindung soll parallel die Tunerabstimmung, mit der Frequenz des TRX-VFO, nach führen. Unterstützt werden:
 - PicAStar(DL4JAL) Mein TRX PicAStar. SDR TRX Eigenbau.
 - Icom CV-I Alle Icom mit CV-I Schnittstelle.
 - **K2/K3 Elecraft** TRX vom Elecraft. Auch KX müsste funktionieren.
 - **PowerSDR** Die PC-Software PowerSDR.
- **FW Versionen** Es werden die Versionen der Firmware des Tuner und der Fernbedienung angezeigt.
- **Timer LCD Bel.** Einstellbar ist ein Timer der die Hintergrundbeleuchtung des LCD-Displays abschalten. Stromsparmodus.
- **TRX-CAT Moni HEX** Monitor für die CAT-Verbindung zum TRX. Darstellung als HEX-Byte. Kontrolle ob Daten vom TRX kommen.
- **TRX-CAT Moni Asc** Monitor für die CAT-Verbindung zum TRX. Darstellung in Char, String. Kontrolle ob Daten vom TRX kommen.

Kapitel 4

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