PicATU500 Antennentuner SW-Version 1.12

Andreas Lindenau DL4JAL

28. Mai 2022

Zusammenfassung

Der "PicATU500" ist ein Bastelprojekt von mir. Nachdem die kleineren PicA-TU100 und PicATU20 so gut funktionieren habe ich mich entschlossen noch eine 500 Watt-Version zu konstruieren. Die FW im PIC habe ich entsprechend angepasst. Das Schreiben der Match-Funktionen hat sich über mehrere Jahre hingezogen. Jetzt funktioniert die automatische Anpassung fast perfekt. Als Programmiersprache verwende ich Assembler.

Eine Fernspeisung kommt bei dieser großen Sendeleistung nicht in Frage. Für die Stromversorgung ist ein externes 12V Netzteil vorgesehen. Die Stromaufnahme beträgt im Maximum etwa 0,5 A. Ist 10 Minuten lang kein Datenverkehr auf der Fernsteuerung (Fernsteuerung ist ausgeschaltet), geht der PicATU500 in den Schlafmodus (Stromaufnahme etwa 35mA).



Für die Fernsteuerung des PicATU500 habe ich eine extra Baugruppe entwickelt. Die Beschreibung der Fernsteuerung erfolgt in einer extra PDF.



Inhaltsverzeichnis

1	Pic.	ATU50	0, Firmware Version 1.12 3					
	1.1	1 Das Prinzip der Fernsteuerung						
	1.2	Softwa	are PicATU500					
	1.3	Norma	lbetrieb, PicATU500					
		1.3.1	PowerON 5					
		1.3.2	Ständige Grundfunktion, ohne RS232-Steuerung 5					
		1.3.3	Ständige Grundfunktion, mit RS232-Verbindung zur Fernsteuer-					
			Baugruppe 6					
		1.3.4	Ruhemodus					
		1.3.5	RS232-Datenverkehr beim Senden					
		1.3.6	Bezug und Verarbeitung der Frequenzinformation 8					
	1.4	Menu	PicATU500					
		1.4.1	Match, Match deep					
		1.4.2	ReMatch					
		1.4.3	ReMatch deep					
		1.4.4	10kHz Segment					
		1.4.5	Band save					
		1.4.6	SWR Watt 10					
		1.4.7	LC-Variante					
		1.4.8	ReMatch 4x4					
		1.4.9	ReMatch 8x8					
	1.5	SETU	P PicATU500 10					
		1.5.1	Abbruch					
		1.5.2	MK.Return Loss					
		1.5.3	Kalib. Vorlauf					
		1.5.4	Kalib. Ruecklauf					
		1.5.5	Kalib.Offset-Frq					
		1.5.6	View MKxy Vor					
		1.5.7	View MKxy Rueck					
		1.5.8	Relais-Test 13					
		1.5.9	Kal.manuell Vor					
		1.5.10	Kal.man. Rueck					
		1.5.11	View $dBm+A/D, V+R$					
		1.5.12	Set dBm Minimum					
		1.5.13	Set dBm Maximum					
		1.5.14	Antenne Clear 15					
		1.5.15	Antenne Copy 15					
		1.5.16	Antenne select					

2 Schlusswort

Kapitel 1

PicATU500, Firmware Version 1.12

Die neue Firmware ab Version 1.06 kommt mit weniger Flash-Speicher aus. Deshalb ist es möglich auch Pic-Typen mit einem kleineren Flash-Speicher einzusetzen. Folgende PICs können verwendet werden.

- 1. PIC18F4520
- 2. PIC18F4620
- 3. PIC18F45K22
- 4. PIC18F46K22

1.1 Das Prinzip der Fernsteuerung

Die Fernsteuerung des PicATU500 erfolgt erfolgt von einer Fernsteuer-Baugruppe im Shack. Für die Übertragung der Daten benutze ich die im PIC18F46K22 vorhandenen RS232 Schnittstellen. Ich setze aber keine IC's für die Schnittstellenwandlung ein sondern 2 ganz einfache Stromschleifen im Spannungsbereich von 5 Volt. Ich habe festgestellt dass diese Art der Datenübertragung sehr störsicher ist. 0mA in der Stromschleife ist **Pegel HIGH** und etwa 30mA ist **Pegel LOW**.



Mit nur 4 Drähten ist eine Fernsteuerung über größere Entfernung möglich. Ich habe vor Jahren das Fernsteuerkabel parallel zum Koaxkabel verlegt. Die Nutzung war bisher eine Fernsteuerung per DTMF Signalen. Die Entfernung Shack zur Dipolantenne beträgt etwa 30m. Ich hatte Probleme bei größerer Sendeleistung erwartet, aber selbst bei 500W funktioniert die Rückmeldung der Daten vom PicATU500 zur Fernbedienung in meinem Shack ohne

erkennbare Probleme.



1.2 Software PicATU500

Die Software wurde alles in Assembler geschrieben. Der Grundstock der Software ist über mehrere Jahre gewachsen. Ganz schwierig sind die Funktionen für das automatische Anpassen der Impedanzen. In der Firmware des PicATU500 habe ich Funktion des Impedanzanpassung entscheidend verbessert. Es wird fast immer eine gute Anpassung gefunden. Und das ziemlich schnell. Im PicATU500 habe ich einen PIC18F46K22 mit einer Taktfrequenz von 18,432MHz mit einem Quarz im Einsatz. Den Quarz habe ich wegen der stabileren Baudrate der seriellen Schnittstellen eingesetzt.

1.3 Normalbetrieb, PicATU500

Zum Testen kann der PicATU500 auch ohne Fernsteuerung betrieben werden. Der richtige komfortable Betrieb ist aber nur mit Fernsteuerung möglich.

1.3.1 PowerON

Nach dem Einschalten wird die Baugruppe initialisiert. Die Relais sind alle abgefallen, L und C hat den Wert 0. Die LC Variante steht auf L. Die serielle Schnittstelle wird auf 9600 Baud eingestellt. Die Kalibrierwerte des Messkopfes werden geladen.



1.3.2 Ständige Grundfunktion, ohne RS232-Steuerung

Der normale Betrieb des PicATU500 erfolgt im abgesetzten Betrieb mit einer Fernsteuerung. Zum Testen ist aber auch ein Betrieb ohne Fernbedienung möglich

Nach "PowerON" wartet der Tuner ständig auf ein Sendesignal und auf Daten der RS232. Liegt ein Sendesignal mit einem Mindestpegel von dBm-Min (default 22dBm, 160mW) an wird begonnen die Sendefrequenz zum messen. Die Sendefrequenz wird 2 mal gemessen. Weicht die zweite Messung nur um +/- 1 Digit ab, ist die Frequenzmessung gültig. Anschließend wird noch einmal das SWR gemessen. Ist das SWR schlechter als 1,2 wird versucht die Einstellung für diese Frequenz aus dem Speicher zu lesen. Ist ein gültiger Datensatz im externen Eepromspeicher wird dieser geladen und ist der Sendepegel kleiner als dBm-Max (default 46dBm, 40W) schalten die Relais um und die neue Match-Einstellung wird aktiv. Die Pegelgrenze dBm-Max soll die Relais-Kontakte schonen.

Funktion	Beschreibung	
Sendesignal liegt an	Pegel messen	
Sendepegel > 22dBm	Frequenz messen	
2 Frequenzmessungen	Sendefrequenz gültig	
+/-1 Digit, sind gleich		
Sendefrequenz gültig	SWR messen	
SWR > 1,2	neue Einstellung aus Speicher laden	
${\rm Sendepegel} < 46 {\rm dBm}$	Relais schalten	

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 und wieder eingelesen werden.

1.3.3 Ständige Grundfunktion, mit RS232-Verbindung zur Fernsteuer-Baugruppe

Der normale Betrieb des PicATU500 erfolgt im abgesetzten Betrieb mit einer Fernsteuerung.

Für die Fernsteuerung reichen 2 Adernpaare. Nach "PowerON" wartet der Tuner auch ständig auf eine Information auf der RS232.

Die Fernbedienung sendet aller 5 Sekunden einen Datensatz mit einer Anforderung das ein Datensatz zurück gesendet werden soll. Wird vom PicATU500 ein Datensatz gesendet sehen wird das an der Hintergrundbeleuchtung des Display. Am Beginn des Datensatzes wird die Hintergrundbeleuchtung ausgeschaltet und am Ende des Datensatzes wieder eingeschaltet. Visuell ist ein kurzes Flackern zu sehen. Bleibt eine Datensatzanforderung der Fernbedienung aus, geht nach 10 Minuten der PicATU500 in den "Ruhemodus", siehe nächstes Kapitel.

Kommt von der Fernbedienung ein Datensatz mit einer Frequenzinformation und liegt die Frequenz in einem neuen 10kHz-Raster, wird eine neue Einstellung für diese Frequenz aus dem Speicher gelesen und sofort die Relais geschaltet. Mehr passiert erst einmal nicht. Ändert sich die Remote-RS232-Frequenz beginnt alles wieder von vorn.

	1	
Funktion	Beschreibung	
Frequenz-Info	auswerten	
10kHz überprüfen	LCV neu aus ext. Eeprom lesen	
${\rm Sendepegel} < 46 {\rm dBm}$	Relais schalten	

RS232 Frequenz-Befehl

Somit läuft die PicATU500-Einstellung der LC-Werte und der L/C-Variante mit der VFO-Frequenz am TRX mit, ohne dass ein Sendesignal erforderlich ist. Diese Grundfunktion wird ständig wiederholt. Das Raster der Speicherstellen ist 10kHz im gesamten Frequenzbereich von 1,5MHz bis 30MHz. Es kann also aller 10kHz eine Relaiseinstellung abgespeichert und wieder ausgelesen werden.

Kommt die Frequenzinformation per TRX-Cat von der Fernbedienung, merkt sich der PicATU500 das und ab diesem Zeitpunkt wird die Frequenzmessung im PicATU500 nicht mehr für das Ändern der Match-Einstellung verwendet! Im Display, PicATU500, ändert sich der Buchstabe nach der Frequenz von "M" zu "c". Im Display, Fernbedienung, ändert sich "MHz" zu "cat". Zusätzlich ist es aber noch möglich die Frequenz per Drehgeber an der Fernbedienung zu ändern.

Weiterhin können über die RS232 auch andere Befehle für den PicATU500 kommen.

KS232 Betenle			
Befehl von Fernbedienung	Beschreibung, Befehl für PicATU500		
Match	Match-Funktion normal ausführen		
Match deep	Match-Funktion in die Tiefe ausführen		
ReMatch	ReMatch-Funktion normal ausführen		
ReMatch deep	ReMatch in die Tiefe ausführen		
ReMatch 4x4	ReMatch in einer Fläche 16 Feldern		
ReMatch 8x8	ReMatch in einer Fläche von 64 Feldern		
LC-Variante change	LC-Variante wechseln		
Änderung L-Wert	L-Wert aktualisieren		
Änderung C-Wert	C-Wert aktualisieren		
VFO-Frequenz	Die Frequenz wird aktualisiert		
Band save	Einstellung für das ganze Band speichern		
10kHz save	Einstellung für das 10kHz Segment speichern		
10 kHz save + /- 10 kHz variabel	zusätzlich $+/-$ 10kHz speichern		
Datensatz-Anforderung	Ein großer Datensatz wird zurück gesendet		
Antenne select	Antennen-Nummer 15 auswählen		
Antenne löschen	Speicher wird mit 0xFF beschrieben		
Antenne kopieren	Speicherbereich wird kopiert		

1.3.4Ruhemodus

Aller 5 Sekunden sendet die Fernsteuerung einen Befehl zum PicATU500. Dieser Befehl ist eine Anforderung an den PicATU500 einen großen Datensatz mit allen Informationen zurück zu senden. Der Datensatz kommt sofort zurück. Am Display des PicATU500 wird für die Zeit des Sendens auf der RS232 die Hintergrundbeleuchtung des LCD-Displays abgeschaltet. Das ist die sichtbare Kontrolle das Daten gesendet werden.

Kommen 10 Minuten lang keine Daten von der Fernsteuerung zum PicATU500, geht der PicATU500 in den Ruhemodus. Alle Relais fallen ab, die Hintergrundbeleuchtung des Displays geht aus. Der Stromverbrauch beträgt jetzt nur noch etwa 35mA. Das ist zum Beispiel der Fall wenn im Shack die Fernbedienung ausgeschaltet wird. Der PicATU500 geht nach 10 Minuten in den "Sleep" Modus (Stromsparmodus).

Kommen wieder Daten von der Fernbedienung, schaltet sich der PicATU500 sofort mit der richtigen VLC-Werten wieder ein.

1.3.5RS232-Datenverkehr beim Senden

Erkennt die FW im PicATU500 ein Sendesignal werden selbstständig ständig Datensätze zur Fernbedienung gesendet. Im abgesetzten Betrieb möchte ich ja im Display der Fernbedienung sofort die Sendeleistung, das SWR und Return Loss sehen. Im Display des PicATU500 flackert die Hintergrundbeleuchtung, da beim Senden des Datensatzes zur visuellen Kontrolle die Hintergrundbeleuchtung der LCD kurz abgeschaltet wird.

In der Fernbedienung flackert die LED für den Datenempfang und zusätzlich erscheint in Zeile 3 mitte ein Stern. Das ist auch die visuelle Kontrolle für den ständigen Empfang von Datensätzen.

Wird das Sendesignal abgeschaltet, beginnt wieder der 5 Sekundenrhythmus des Datenaustausches.

1.3.6 Bezug und Verarbeitung der Frequenzinformation

Wo die Frequenzinformation für den PicATU500 her kommen und deren Gültigkeit, muss ich in diesem Kapitel extra beschreiben.

- **PicATU500 ohne Fernsteuerung** Sobald der Sendepegel den Wert "dBm Minimum" (default etwa 22 dBm) überschreitet beginnt die Messung der Sendefrequenz. Die Sendefrequenz ist jetzt die gültige Frequenz für den PicATU500.
 - Die Frequenz ist im Display, PicATU500 sichtbar in der Form: "3,760M".
 - Die gemessene Frequenz wird verwendet für das Auslesen der gespeicherten Einstellungen aus dem externen Eeprom (10kHz Raster).
- **PicATU500 mit Fernsteuerung ohne TRX-Cat** Das gleich wie *ohne Fernsteuerung*. Sobald der Sendepegel den Wert "dBm Minimum" (default etwa 22 dBm) überschreitet beginnt die Messung der Sendefrequenz. Die Sendefrequenz ist jetzt die gültige Frequenz für den PicATU500.
 - Die Frequenz ist im Display, PicATU500 sichtbar in der Form: "3,760M".
 - Die gemessene Frequenz wird verwendet für das Auslesen der gespeicherten Einstellungen aus dem externen Eeprom (10kHz Raster).
 - Die Frequenz wird im Datensatz zur Fernbedienung übertragen. Im Display der Fernbedienung steht die Frequenz in der Form: "3,760MHz".
 - Mit dem Drehgeber in der Fernbedienung kann die Frequenz geändert werden. Nach 2 Sek. wird die neue Frequenz zum PicATU500 übertragen.
- **PicATU500 mit Fernsteuerung und TRX-Cat** Die Frequenz-Information kommt jetzt nur noch vom TRX per Cat. Sobald der TRX die Frequenz zur Fernbedienung übertragen hat, wird die Frequenz als erstes zum PicATU500 weiter geleitet. Es wird im Datensatz ein BIT gesetzt, dass die Frequenz per TRX-Cat gekommen ist. Diese Zusatzinfo ist wichtig für den PicATU500, weil jetzt nicht mehr die Frequenzmessung gilt.
 - Die Frequenz ist im Display, PicATU500 sichtbar in der Form: "3,760c". Das "c" soll darauf hinweisen, die Frequenz ist vom TRX per Cat gekommen.



- Die CAT-Frequenz hat Vorrang und wird verwendet für das Auslesen der gespeicherten Einstellungen aus dem externen Eeprom (10kHz Raster). Die vom PicATU500 gemessene Frequenz wird nicht mehr verwendet.
- Nur am Beginn von "Match, ReMatch" wird die Frequenzmessung zur Kontrolle verwendet. Erst wenn 2 Frequenzmessungen das gleiche Ergebnis liefern +/- 1 Digit, beginnt die Match-Funktion.

• Als nächstes wird die Frequenz im Datensatz wird wieder zurück zur Fernbedienung übertragen mit dem gesetzten Bit im Datensatz "das ist eine CAT-Frequenz". Im Display der Fernbedienung steht jetzt die Frequenz in der Form: "3,760cat". Das Übertragen der Frequenz vom TRX zur Fernbedienung weiter zum PicATU500 und wieder zurück zur Fernbedienung geht so schnell, dass man denkt es wird alles zur gleichen Zeit geändert.

C		49	L+	PStar A:1
L		118	C	SWR: 0,00
	k	1,006	imW Onen	KL: 0,0dB
E		3,75	i0ca	t Pick

• Mit dem Drehgeber in der Fernbedienung kann die Frequenz jetzt trotzdem noch geändert werden. Nach 2 Sek. wird die Änderung zum PicATU500 übertragen. Diese Funktion wird aber kaum benötigt, da die TRX-Cat-Frequenz immer die aktuelle Sendefrequenz ist.

C:	52 L	+ P9	Star	A:1
1:	115	C SU	JR: 0	,00
P:	0,000r	nW RL	.: Ø,	ØdB
F÷	3,720)> 3	5,760	MHz

Die Frequenzsteuerung mit TRX-Cat-Verbindung sollte immer den Vorrang haben. Nur so erfolgt eine automatische Frequenznachführung des PicATU500 ohne ein Sendesignal.

1.4 Menu PicATU500

Ein kurzer Tastendruck der Einzeltaste startet das Menu. Grundsätzlich sollte der PicATU500 über die Fernbedienung gesteuert werden.

Zum Funktionstest können wir folgende Funktionen direkt am Pic
ATU500 starten.

1.4.1 Match, Match deep

Die Funktion *Match* und *Match deep* wird in der Beschreibung der PicATU-Fernsteuerung ausführlich erklärt.

1.4.2 ReMatch

Die Funktion *ReMatch* wird in der Beschreibung der PicATU-Fernsteuerung ausführlich erklärt.

1.4.3 ReMatch deep

Die Funktion *ReMatch deep* wird in der Beschreibung der PicATU-Fernsteuerung ausführlich erklärt.

1.4.4 10kHz Segment

Die Funktion 10kHz Segment wird in der Beschreibung der PicATU-Fernsteuerung ausführlich erklärt.

1.4.5 Band save

Die gefundene Impedanzanpassung wird in allen 10kHz Segmenten des AFU-Frequenz-Bandes abgespeichert und noch etwas darüber hinaus.

1.4.6 SWR Watt

Die LCD-Anzeige hat nur 2x16 Zeichen. Die Funktion zeigt das SWR und die Leistung separat zusätzlich an.

1.4.7 LC-Variante

Diese Funktion kann die L/C Variante gezielt ändern. Im LCD-Display werden die LC-Varianten angezeigt. Die entsprechende LC-Variante wählen und mit der Einzeltaste bestätigen. Die Funktion LC-Variante braucht man, wenn in der Variante nur-L und nur-C nach einer Impedanzanpassung gesucht werden soll. Anschließend die Funktion ReMatch deep starten.

1.4.8 ReMatch 4x4

Wird in der Beschreibung der PicATU-Fernsteuerung erklärt.

1.4.9 ReMatch 8x8

Wird in der Beschreibung der PicATU-Fernsteuerung erklärt.

1.5 SETUP PicATU500

Wird die Einzeltaste lange gedrückt kommt man in das SETUP. Im SETUP befinden sich alle wichtigen Einstellungen und Funktionen. Ein Teil der Funktionen kann nur in diesem SETUP aufgerufen werden.

1.5.1 Abbruch

Dieser Punkt bricht das SETUP ab.

1.5.2 MK.Return Loss

Diese Funktion (nur PicATU500) wird benötigt für das Einstellen der maximalen Richtschärfe des Richtkopplers. Es also wird kein Netzwerkanalyser oder andere zusätzliche Messmittel benötigt.

- 1. Zuerst schrauben wir das Koaxkabel zum Symmetrieübertrager "Sym-Ba800" ab.
- Den Richtkoppler-Ausgang schließen wir mit einem guten Abschlusswiderstand 50 Ohm ab.
- 3. Für den Abgleich benötigen wir etwa 100mW Sendeleistung. Achtung! der Abschlusswiderstand muss die Leistung vertragen.
- 4. Im SETUP die Funktion "MK.Return Loss" starten.

- 5. Den Trimmer 22pF im Richtkoppler stellen wir auf kleinste Kapazität.
- 6. 1. Sendefrequenz beträgt 3,5 MHz. Mit dem Einstellregler R22 5k auf der Messplatine regeln wir auf bestes SWR oder größtes Return Loss ein. Ich habe mehr als 40dB Return Loss geschafft. Das ist ein sehr guter Wert.
- 7. 2. Sendefrequenz ist 28 MHz. Mit dem *Trimmer 22pF* im Richtkoppler regeln wir auf bestes SWR oder größtes *Return Loss* ein. Hier habe ich auch mehr als 40dB Return Loss geschafft.
- 8. Jetzt noch einmal bei 3,5 MHz, 10 MHz und 28 MHz nachkontrollieren. Bei allen Frequenzen muss das Return Loss besser 30dB sein. Das entspricht einem SWR von 1,06. Ich habe überall > 45dB erreicht. Es braucht aber nicht so gut zu sein.



Meine Messwerte sind sehr sehr gut. Oben das SWR 1,008 unten Return Loss 47dB bei 3,7 MHz. Bei 28 MHz sieht es ähnlich aus. "V" und "R" ist Vorlauf und Rücklauf in dBm.

1.5.3 Kalib. Vorlauf

(nur PicATU500) Auf der Messplatine sind zwei AD8307 (logarithmische Detektoren) verbaut. Ein AD8307 misst die Vorlaufleistung und ein AD8307 die Rücklaufleistung. In der Firmware habe ich für beide ICs die Kalibrierwerte voreingestellt, so dass sofort der PicATU500 genutzt werden. Beim Ermitteln der Return Loss oder SWR Werte kommt es nicht auf sehr genaue dB-Werte an.

Wer aber, zum Beispiel die genaue Sendeleistung wissen möchte, sollte beide AD8307 nachkalibrieren. Zum Kalibrieren benötigen wir.

- HF Generator mit genau 1.00 mW (0 dBm) Ausgangsleistung an 50 Ohm. Frequenz im Kurzwellenbereich. Bewährt hat sich der Kalibriergenerator "AATiS AS600" mit genau 0 dBm Pegel bei 3,6 MHz.
- 2. Ein genaues Dämpfungsglied 30 dB.

Hier alle SETUP-Funktionen die mit dem Kalibrieren zusammen hängen:

- "Kalib. Vorlauf" Die erste Funktion ist für das erste Kalibrieren mit HF-Pegel.
- "Kal.manuell Vor" Die zweite Funktion ist für den Fall, wenn die beiden AD-Wandlerwerte schon einmal ermittelt wurden und nach einem FW-Wechsel die alte Kalibrierung wieder eingestellt werden soll. Es werden nur die beiden AD-Werte für 0 dBm und -30 dBm mit dem Drehgeber eingestellt und es wird alles neu berechnet.
- "Kalib. Ruecklauf" Die erste Funktion ist für das erste Kalibrieren mit HF-Pegel.

- "Kal.man. Rueck" Die zweite Funktion ist für den Fall, wenn die beiden AD-Wandlerwerte schon einmal ermittelt wurden und nach einem FW-Wechsel die alte Kalibrierung wieder eingestellt werden soll. Es werden nur die beiden AD-Werte für 0 dBm und -30 dBm mit dem Drehgeber eingestellt und es wird alles neu berechnet.
- "View MKxy Vor" Alle Werte werden für die Dauer von 5 Sekunden angezeigt. Die Funktion beendet sich selbstständig.
- "View MKxy Rueck" Alle Werte werden für die Dauer von 5 Sekunden angezeigt. Die Funktion beendet sich selbstständig.
- "View dBm+A/D,V+R" Anzeige der Messwerte von der Messplatine im Richtkoppler. Der HF-Pegel wird direkt auf der Platine eingespeist.

Der Ablauf einer Kalibrierung mit HF-Pegel

- 1. Zuerst starten wir im SETUP die entsprechende Funktion. Je nach dem welcher AD8307 kalibriert werden soll.
- Das Anschlusskabel (bei mir RG178) wird vom Richtkoppler abgezogen und ein Pegel von 0 dBm auf der Messplatine CON3/9 (Vorlauf) oder CON1/8 (Rücklauf) eingespeist.
- Im Display die Anzeige des AD-Wertes bei "0 dBm" sollte auf größer 10000 gehen.
- 4. Warten bis der AD-Wert sich nicht mehr ändert und als OK die Einzeltaste drücken.
- 5. Den Pegel mit dem Dämpfungsglied 30dB auf -30 dBm verringern.
- 6. Warten bis der AD-Wert sich nicht mehr ändert und als OK die Einzeltaste drücken.
- 7. Die Kalibrierwerte werden berechnet und jetzt entweder OK und speichern oder Abbruch und nicht speichern.

Mit "View" kann man sich alle Werte noch einmal anschauen und eventuell die beiden AD-Werte für 0dBm und -30dBm notieren für die "manuelle Kalibrierung" (nur die Eingabe der AD-Werte, ohne HF-Pegel).

Ich habe die Messwerte auf ein Label geschrieben und das Label auf den Deckel des Richtkopplers geklebt.



So habe ich die einmal ermittelten Kalibrierwerte immer zur Hand für eine erneute Eingabe Kal.manuell.

1.5.4 Kalib. Ruecklauf

(nur PicATU500) Das ist der gleiche Ablauf wie im vorherigen Kapitel 1.5.3.

1.5.5 Kalib.Offset-Frq

(nur PicATU500) Die Frequenzmessung im Messkopf erfolgt mit einer Torzeit von 10mSek. Durch die Abweichungen des Taktquarzes 18,432MHz ergeben sich auch Abweichungen der gemessenen Frequenz. Diese Funktion soll eventuelle Abweichungen durch ein Offset korrigieren. Das Offset wird auf die geringste Frequenzabweichung eingestellt und gespeichert. Diese Korrektur sollte bei einer hohen Sendefrequenz erfolgen (28MHz).



1.5.6 View MKxy Vor

(nur PicATU500) Hier kann man die bei der Kalibrierung ermittelten Werte anschauen. Die Funktion beendet sich selbst.

1.5.7 View MKxy Rueck

(nur PicATU500) Hier kann man die bei der Kalibrierung ermittelten Werte anschauen. Die Funktion beendet sich selbst.

1.5.8 Relais-Test

(nur PicATU500) Wie schon in der Inbetriebnahme beschrieben, wird in dieser Funktion jedes Relais EIN/AUS geschaltet.

Wichtig für das automatische Tunen ist die richtige Ansteuerung der Relais. **Die Funktionskontrolle der Relais ist wichtig.** Das L-Glied muss beim Einstellen der Werte 0 bis 255 kontinuierlich in der Induktivität ansteigen. Auch das C-Glied sollte zwischen den Werten von 0 bis 2047 kontinuierlich in der Kapazität steigen.

Ich habe deshalb ein SETUP-Funktion "Relais-Test" programmiert. Damit kann jedes Relais einzeln in seiner Funktion kontrolliert werden. **Durch langes Drücken der Einzeltaste kommt man in das SETUP**. Mit dem Drehgeber wird dann die Funktion "Relais-Test" ausgewählt. Mit dem Drehgeber können wir jedes Relais einzeln ansteuern. Das im Display angezeigte Relais zieht an. Zusätzlich wird der PSS-Stecker angegeben, an dem wir messen müssen. Alle anderen Relais sind abgefallen. Messen kann man das an den PSS-Steckern auf der Platinen "Relaistreiber" oder "Platinen L1, L2 und C". Ich habe mir ein einfaches Prüfmittel zusammen gelötet, bestehend aus einer Nadel+LED-Diode+1k+50cm Litze mit Masseklemme. Alles in Reihe geschaltet. Die Masseklemme kommt an GND und mit der Nadelspitze kann ich alles abtasten. Ist das Relais angezogen geht die LED aus. Bei allen abgefallenen Relais leuchtet die LED, da 12V über die Relaiswicklung anliegen. Im Display ist zu lesen welches Relais angezogen hat und an welchem Stecker und Pin gemessen werden kann. Zusätzlich wir der Stromverbrauch des PicATU500 bei jedem Relais kontrolliert. Ein Relais verbraucht etwa 30mA. Ziehen 2 Relais an sieht man das sofort am steigenden Stromverbrauch. Das darf nicht passieren. Es werden alle 23 Relais durchgeschaltet und kontrolliert. Sind alle Relais kontrolliert wird mit einem *langen Tastendruck* die Funktion beendet.

1.5.9 Kal.manuell Vor

(nur PicATU500) Wie im Kapitel 1.5.3 erwähnt ist diese Funktion für das Nachkalibrieren des Messkopfes ohne HF. Die beiden ADC-Werte für 0dBm und -30dBm werden eingegeben und die Berechnungen für die MKx- und MKy-Werte erfolgen.

1.5.10 Kal.man. Rueck

(nur PicATU500) Das gleiche wie im vorigen Kapitel.

1.5.11 View dBm+A/D,V+R

(nur PicATU500) In dieser Funktion wird ständig mit der Messplatine im Richtkoppler der Pegel gemessen (die Auskoppeldämpfung wird heraus gerechnet). Und zwar Vorlauf und Rücklauf gleichzeitig. Es wird der Pegel in "dBm" angezeigt. Zusätzlich wird der A/D-Wandler-Wert mit angezeigt. Der A/D-Wandler hat 10 Bit Wandlerbreite (0..1032). Bitte nicht wundern. Es werden viel größere Werte angezeigt. Das liegt an der Messfunktion. Es werden 32 Messungen zu einem Wert aufaddiert. Das ergibt eine Zahl zwischen 0..32736. In der Messfunktion wird 32 mal hintereinander immer Uvor und Urück gemessen. Durch diese Messschleife wird zeitlich gesehen Uvor und Urück fast zur gleichen Zeit gemessen. Das habe ich mir ausgedacht, um eine genaueres Return Loss zu erhalten in der Match-Funktion. Das hat einen positiven Einfluss auf die Genauigkeit von Return Loss bzw. SWR.

Mit dieser Funktion kann kontrolliert werden, ob die Messplatine ordentlich arbeitet.

V:-60,0dBm 981	V:-56,4dBm 1572
R:-57,8dBm 1352	R:+ 0,0dBm 10912

Links ohne Signal im Leerlauf. Etwa -60dBm sollten angezeigt werden. Rechts Pegel-Rücklauf 0 dBm. Das Signal habe ich direkt an der Messplatine eingespeist.

1.5.12 Set dBm Minimum

(nur PicATU500) Erst mit der Überschreitung des Pegels *dBm Minmum* beginnt der PicATU500 mit den Abstimmversuchen. Der Pegel sollte so hoch eingestellt werden das die Frequenzmessung bei hohen Frequenzen sicher funktioniert. Das Minimum von 22 dBm bitte nicht unterschreiten, sonst reicht der Dynamikbereich für die Messung Return-Loss nicht aus.

1.5.13 Set dBm Maximum

(nur PicATU500) Der Pegel *dBm Maximum* soll die Relaiskontakte etwas schonen. Im *Default* steht dieser Pegel auf 46dBm. Das entspricht etwa 40W. Wird dieser dBm-Wert überschritten ist das Schalten der Relais gesperrt.

1.5.14 Antenne Clear

Die Funktion Antenne # clear löscht alle Speicherzellen für den Adressbereich der entsprechenden Antennen-Nummer. Ein Rückmeldung in Prozent erfolgt über die Fernsteuerung während des Löschvorgangs. Das Löschen dauert etwas länger.

1.5.15 Antenne Copy

Mit Antenne kopieren wird der Speicherinhalt der Antenne "Quellein den Speicherbereich der Antenne "Ziel" kopiert. Auch hier wird der Fortschritt in Prozent angezeigt.

1.5.16 Antenne select

Als Auswahl steht Antenne 1 bis 5 zur Verfügung. Jede Antenne hat ihren eigenen Speicherbereich von 1,5MHz bis 30MHz. Aller 10kHz kann eine Tuner-Einstellung gespeichert werden. Für je Speicherstelle-10kHz werden 4 Byte benötigt.

1.Byte LC-Variante 0..5

2.Byte L-Wert 0..255

3.Byte C-Wert LOW 0..2047

4.Byte C-Wert HIGH 0..2047

Da jede Antennen-Nummer ein eigener Speicherbereich ist kann man bei Antennen-Experimenten einfach auf eine andere Antennen-Nummer schalten und alle Einstellungen bleiben in der vorherigen Antennen-Nummer erhalten.

Kapitel 2

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