

Symmetrischer Tuner mit L/C-Glied 750Watt,
Umbau der Fernsteuerung auf RS232
Stromschleife

(c) DL4JAL, Andreas Lindenau

22. Juli 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Neue HW im Tuner und Fernsteuerung	2
1.1	Mikrocontroller-Baugruppe des Tuners	2
1.1.1	Die ICs auf der Platine	2
1.1.1.1	IC1 PIC18F4xxx	3
1.1.1.2	IC3, IC4 4094	4
1.1.1.3	IC5 24LC512	4
1.1.1.4	IC6, IC7 ULN2803	4
1.1.1.5	IC8 7824	4
1.1.1.6	IC9 7805	4
1.1.1.7	IC10 TCA3727 SMD	5
1.1.2	Die Stecker auf den Platinen	5
1.1.2.1	X1 ML-R2 48G4	5
1.1.2.2	SV1 ML-Q3 20G4	5
1.1.2.3	J1, Stromversorgung	6
1.1.2.4	J2, Programmer	6
1.1.2.5	J3, RS232 zur Fernsteuer-BG	6
1.1.2.6	SUB D9-Stecker am Gehäuse	7
1.2	Die Fernsteuerbaugruppe mit RS232	7
1.2.1	Die ICs auf der Platine	8
1.2.1.1	IC1 PIC18F45K22 oder PIC18F46K22	8
1.2.1.2	IC9 7805	9
1.2.1.3	IC11 FT232RL	9
1.2.2	Die Stecker auf der Platine	10
1.2.2.1	J1 „LED / Relais46“	10
1.2.2.2	J2 „Programmer“	10
1.2.2.3	J3 „SV“	10
1.2.2.4	J4 „RS232 zum PicAStar“	10
1.2.2.5	J5 „USB extern“	10
1.2.2.6	J6 „RS232 zum MAX232“	11
1.2.2.7	J4, J5, J6	11
1.2.2.8	J7 „RS232 Stromschleifen zwischen Fernbedie- nung und Tuner“	11
2	Die Firmware MC-Tuner und Fernbedienung	12
2.0.1	Ruhemodus	12
2.0.2	SETUP, Taste „3“ lange drücken, Kalibrieren Frequenz- messung	12

2.0.3	SETUP, Taste „4“ lange drücken, Messkopf Richtschärfe einstellen	13
2.1	Tastatur-Befehle	15
2.1.1	Einstellige Befehle	15
2.1.2	Mehrstellige Befehle	15
2.1.2.1	Befehl für Frequenzinformation	16
2.1.2.2	Übersicht der 2-Stelligen Befehle	16
2.1.2.3	40 Warmstart	18
2.1.2.4	41x L/C Variante einstellen	18
2.1.2.5	42x[xx] L Wert direkt einstellen	18
2.1.2.6	43x[xx] C Wert direkt einstellen	18
2.1.2.7	44x Auswahl der Antenne	19
2.1.2.8	45[x] oder 45ab 10kHz Frequenzsegment(e) speichern	20
2.1.2.9	46[x] Automatisches Nachstimmen	20
2.1.2.10	460 Automatisches Nachstimmen in L/C Matrix 8x8	20
2.1.2.11	47 Voll-Tunen in der LC-Variante und im C-Bereich	20
2.1.2.12	48 Nach-Tunen in der LC-Variante und im C-Bereich	21
2.1.2.13	49 Band Segmente speichern	21
2.1.2.14	51x Antenne löschen	21
2.1.2.15	52ab Antenne kopieren	22
2.1.2.16	53x Frequenzerkennung	22
2.1.2.17	540 FW-Version PIC im Tuner und Fernsteuerung anzeigen	22
2.1.2.18	547 PIC Eeprom restaurieren	22
2.1.2.19	549 PIC Eeprom im externen Eeprom sichern	22
2.1.2.20	55 Info C, L, Variante und der Antennenimpedanz als Betrag und Komplex	23
2.1.2.21	56 Schrittmotor Dauertest	23
2.1.2.22	56xx Pegel in dBm für Relais-Umschaltsperr	23
2.1.2.23	57 Relatest	23
2.2	Wie funktioniert Match	23
3	Die Firmware der Fernsteuerbaugruppe	27
3.1	Datenaustausch mit dem Tuner <i>SymTuner 750W</i> oder <i>PicATU500</i>	27
3.1.1	Prinzip der Fernsteuerung	28
3.1.2	Datensatz, Kennung: 0..11	28
3.1.3	Datensatz, Kennung: 20	29
3.2	Die LED der Display/Tastatur-Platine	30
3.3	Sonderfunktionen	30
3.3.1	Automatische Kopplung TRX-VFO und Tuner	30
3.3.2	Taste 6 lang, Infotimer	30
3.3.3	Taste 7 lang, Testfunktionen	31
3.3.4	Taste 8 lang, RS232 Monitor	31
3.3.5	Taste 9 lang, Auswahl der TRX Fernsteuerung	32
3.3.5.1	PowerSDR Schnittstelleneinrichtung (PC-Software)	32
3.3.5.2	Fernsteuerbaugruppe USB-Schnittstelle	32

3.3.5.3	Info Datentransfer	35
3.3.6	TX automatisch EIN/AUS	35
3.3.7	Anzeige der Antennen-Impedanz	35
4	Schlusswort	36

Vorwort

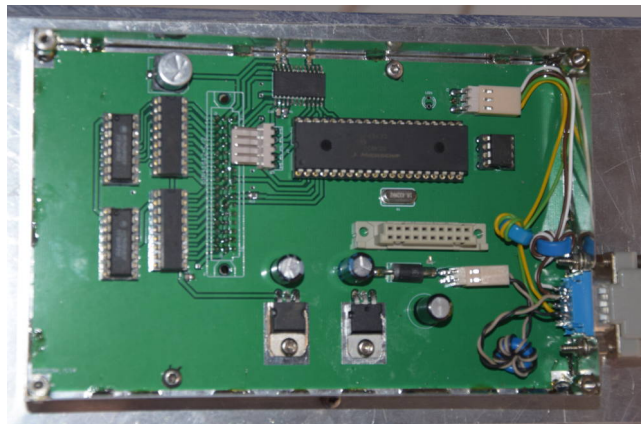
Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).

Kapitel 1

Neue HW im Tuner und Fernsteuerung

Für das Betreiben der neuen Fernsteuerung mit RS232-Stromschleife ist eine neue Mikrocontroller-Baugruppe notwendig. Die neue Fernsteuerung ist viel schneller als die alte Steuerung mit DTMF-Befehlen.

1.1 Mikrocontroller-Baugruppe des Tuners



Die Baugruppe wird wieder auf den Tuner aufgesteckt. Für den Anschluss SV und Fernsteuerleitung habe ich, wie gehabt, eine SUB D9-Steckerbuchse verwendet.

1.1.1 Die ICs auf der Platine

Auf der neuen Platine sind weniger IC's. Durch das Auslagern der Impedanzberechnungen in die Fernbedienung können weiterhin die PIC18F4520 oder PIC18F45K22 verwendet werden mit kleiner 32kByte Rom.

1.1.1.1 IC1 PIC18F4xxx

Es können folgende PIC verwendet werden: PIC18F4520, PIC18F4620, PIC18F45K22, PIC18F46K22. Dieser IC spielt natürlich die Hauptrolle auf der Platine. Ich liste mal die einzelnen PINs auf und deren Funktion.

1. MCLR PowerON Reset
2. RA0 ADC Eingang, Messeingang vom SWR-Messkopf, Rücklaufspannung
3. RA1 ADC Eingang, Messeingang vom SWR-Messkopf, Vorlaufspannung
4. RA2 DC Eingang, Lichtschranke Schrittmotor, Sensor für NULL-Position
5. RA3 DC Eingang, LCD-Anzeige, Sensor ob die LCD-Tastaturplatine gesteckt ist
6. RA4 DC Trigger-Eingang, Messeingang vom SWR-Messkopf, Frequenzmessung
7. RA5 DC Ausgang, LCD Anzeige, LCD Enable
8. RE0 DC Eingang, LCD Anzeige, Tastaturabfrage
9. RE1 DC Eingang, LCD Anzeige, Tastaturabfrage
10. RE2 DC Eingang, LCD Anzeige, Tastaturabfrage
11. VDD +5Volt
12. VSS GND
13. Osc Quarz 18,432 MHz
14. Osc Quarz 18,432 MHz
15. RC0 DC Ein/Ausgang, LCD Anzeige Tastatur
16. RC1 DC Ein/Ausgang, LCD Anzeige Tastatur
17. RC2 DC Ein/Ausgang, LCD Anzeige Tastatur
18. RC3 DC Ein/Ausgang, LCD Anzeige Tastatur
19. RD0 DC Ausgang, LCD-Anzeige, R/W Pin
20. RD1 DC Ausgang, LCD-Anzeige, RS Pin
21. RD2 DC Ein/Ausgang, Eeprom extern, SDA
22. RD3 DC Ausgang, Eeprom extern, SCL
23. RC4 frei
24. RC5 LED Datenfluss-Kontrolle
25. RC6 RS232 TX Fernsteuerung
26. RC7 RS232 RX Fernsteuerung

- 27. RD4 frei
- 28. RD5 DC Ausgang, 4094, Latch
- 29. RD6 DC Ausgang, 4094, Data
- 30. RD7 DC Ausgang, 4094, Clk
- 31. VSS GND
- 32. VDD +5Volt
- 33. RB0 frei
- 34. RB1 DC Ein/Ausgang, Frequenzmessung
- 35. RB2 DC Ausgang, TCA3727, I20
- 36. RB3 DC Ausgang, TCA3727, I11
- 37. RB4 DC Ausgang, TCA3727, I21
- 38. RB5 DC Ausgang, TCA3727, PH1
- 39. RB6 DC Ausgang, TCA3727, PH2, Programmer
- 40. RB7 DC Ausgang, TCA3727, IH, Programmer

1.1.1.2 IC3, IC4 4094

Diese beiden ICs bilden ein Schieberegister was vom PIC die serielle Information erhält. Die Ausgänge des ICs PIN 4 bis 7 und PIN 11 bis 14 gehen auf das IC6 bzw. IC7. Jeder Ausgang ist einem Relais zugeordnet.

1.1.1.3 IC5 24LC512

IC5 ist der externe Eeprom. Der Eeprom hat einen I²C Bus. Im IC5 sind alle Einstellungen der 5 Antennen gespeichert. Zusätzlich kann auch der komplette Eeprom des PIC als Datensicherung ausgelagert werden (Befehl 549 und 547).

1.1.1.4 IC6, IC7 ULN2803

Diese ICs sind die Treiberschaltkreise für die 24V Relais. Die Eingänge werden vom Schieberegister 4094 angesteuert.

1.1.1.5 IC8 7824

Spannungregler 24Volt

1.1.1.6 IC9 7805

Spannungregler 5Volt

1.1.1.7 IC10 TCA3727 SMD

IC10 beinhaltet die Ansteuerung des Schrittmotors. Es war ganz schwierig den TCA3727 zu bekommen. Nur noch die SMD-Typen sind weltweit erhältlich. Ich habe einige aufgekauft.

1.1.2 Die Stecker auf den Platinen

Die Nummerierung der PINs in den Steckern ist etwas kompliziert. Damit kein Durcheinander entsteht gilt die PIN-Nummerierung der Eagle-Zeichnungen.

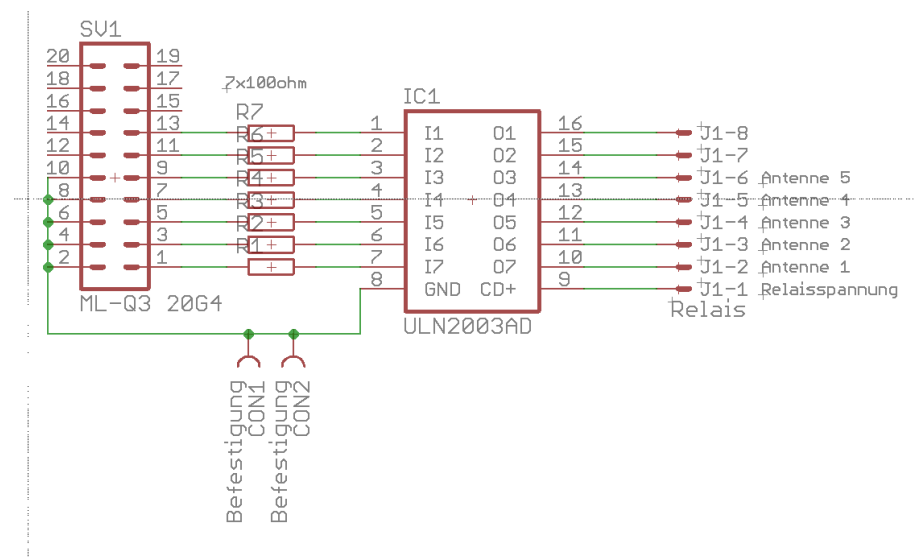
1.1.2.1 X1 ML-R2 48G4

Dieser Stecker ist die Verbindung zur Kopplungsplatine, in das Innere des Tuner.

1.1.2.2 SV1 ML-Q3 20G4

Dieser Stecker hat 2 Funktionen. Hier wird das LCD-Display mit der Anzeige und dem Tastenfeld angesteckt. Diese Platine passt sowohl an diesen Stecker oder an die Fernbedienung. Zum Kalibrieren des SWR-Messkopfes ist es notwendig das Display hier anzustecken.

Die zweite Funktion ist anstelle des Displays eine kleine Zusatzbaugruppe anzustecken, die als Ansteuerung von Antennenrelais benutzt wird. Dazu befindet sich ein ULN2003smd auf der Platine. Je nach Auswahl der Antenne zieht auch mit das entsprechende Antennenrelais. Die Ausgänge des ULN2003smd können auch parallel geschaltet werden, so dass zum Beispiel für Antenne 1,2 nur 1 Relais angesteuert wird und Antenne 3,4 ein weiteres Relais. Das ist jedem selbst überlassen.



Hier das Schaltbild der kleinen Baugruppe.

1.1.2.3 J1, Stromversorgung

Für die Stromversorgung habe ich dieses mal einen abgewinkelten Stecker nach dem PSS-System verwendet.

1. Plus 24 Volt Minimum.
2. GND Masse.

Die Zuleitung habe ich mit einem Ringkern N30, einige Wdg., noch einmal abgeblockt.

1.1.2.4 J2, Programmer

Dieser Stecker ist für die Programmierung des PIC per ICSP vorgesehen. *Achtung!! ich habe meine eigene Pin-Belegung.*

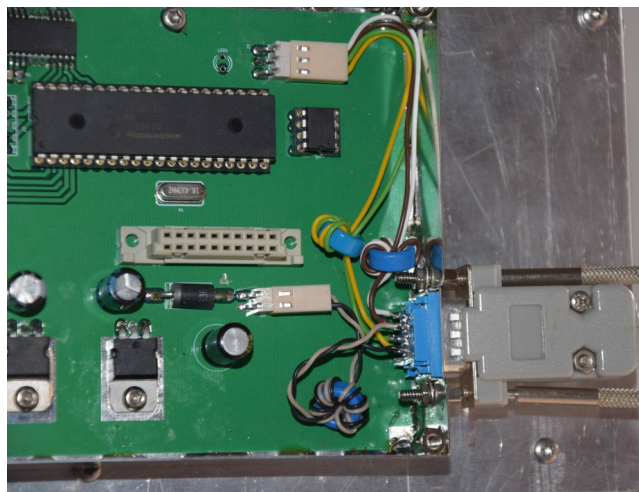
1. +5V
2. RB7, PGD
3. GND
4. RB6, PGC
5. MCLR

1.1.2.5 J3, RS232 zur Fernsteuer-BG

An diesen Stecker werden die 2 Leitungspaare des Fernsteuerkabels angeschlossen.

1. RS232, RX, Leitungspaar 1a
2. GND, Leitungspaar 1b, 2b
3. RS232, TX, Leitungspaar 2a

Beider Adernpaare habe ich noch einmal mit kleinen N30 Ringkernen, etwa 5 Wdg., abgeblockt.



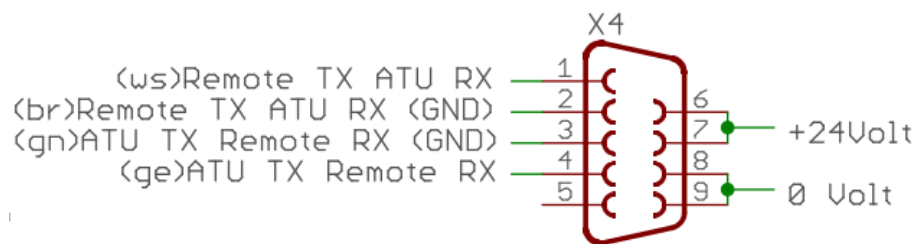
Zu sehen sind die 3 Ringkerne bevor die Drähte an den SUB D9-Stecker gehen.

Oben ist die RS232 zur Fernbedienung und in der Mitte der Stecker für die Stromversorgung. Die LED links neben der RS232 habe ich nicht bestückt und sie wird in der SW auch nicht verwendet.

1.1.2.6 SUB D9-Stecker am Gehäuse

Für die Stromversorgung und die Kabelverbindung zur Fernsteuerung habe ich einen SUB D9-RS232 Stecker in das Weißblechgehäuse eingebaut.

SUBD9 Steuerbaugruppe (RS232)



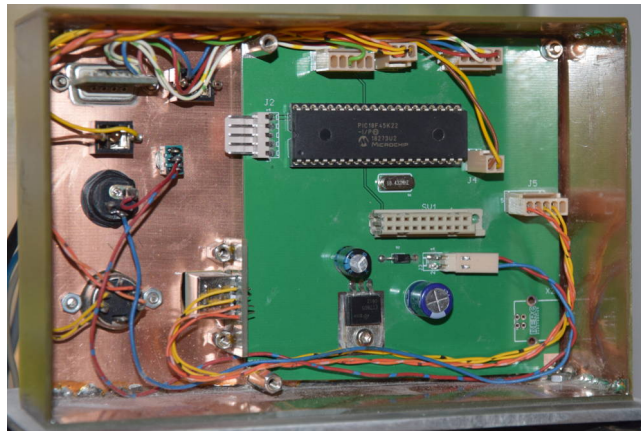
Meine Beschaltung des SUB D9-Steckers

1.2 Die Fernsteuerbaugruppe mit RS232

Auf dieser Platine kann nur der PIC18F45K22 oder PIC18F46K22 eingesetzt werden. Nur diese PICs haben 2 serielle RS232 Schnittstellen. Die Baugruppe „Display/Tastatur“ kann sowohl direkt am Tuner oder auch auf die Fernsteuerplatine gesteckt werden. Der Vorteil ist, dass das „Display/Tastatur“ wird nur einmal gebraucht und aufgebaut.



Es ist nur eine neu Grundplatine eingebaut worden. Die LCD/Tasten-BG kann wieder verwendet werden.



Die Steckerbuchse für die RS232 und SV musste ich neu machen. Alles andere passt wieder.

1.2.1 Die ICs auf der Platine

IC2 entfällt, da kein DTMF mehr erzeugt werden muss.

1.2.1.1 IC1 PIC18F45K22 oder PIC18F46K22

Der IC steuert alle Funktionen der Baugruppe. Hier die Belegung der einzelnen PINs.

1. MCLR PowerON Reset
2. RA0 frei
3. RA1 frei
4. RA2 frei
5. RA3 DC Eingang, LCD-Anzeige, Sensor ob die LCD-Tastaturplatine gesteckt ist
6. RA4 frei
7. RA5 DC Ausgang, LCD Anzeige, LCD Enable
8. RE0 DC Eingang, LCD Anzeige, Tastaturabfrage
9. RE1 DC Eingang, LCD Anzeige, Tastaturabfrage
10. RE2 DC Eingang, LCD Anzeige, Tastaturabfrage
11. VDD +5Volt
12. VSS GND
13. Osc Quarz 18,432 MHz
14. Osc Quarz 18,432 MHz
15. RC0 DC EinAusgang, LCD Anzeige Tastatur

16. RC1 DC EinAusgang, LCD Anzeige Tastatur
17. RC2 DC EinAusgang, LCD Anzeige Tastatur
18. RC3 DC EinAusgang, LCD Anzeige Tastatur
19. RD0 DC Ausgang, LCD-Anzeige, R/W Pin
20. RD1 DC Ausgang, LCD-Anzeige, RS Pin
21. RD2 frei
22. RD3 frei
23. RC4 frei
24. RC5 frei
25. RC6 DC Ausgang, FT232RL PIN5 RXD
26. RC7 DC Eingang, D4, FT232RL PIN5 RXD; D3 J4-2
27. RD4 frei
28. RD5 frei
29. RD6 RS232#2 TX Fernsteuerung
30. RD7 RS232#2 RX Fernsteuerung
31. VSS GND
32. VDD +5Volt
33. RB0 DC Ausgang, J1-1 Remote-LED
34. RB1 DC Ausgang, J1-2 LED nur vorgesehen
35. RB2 DC Ausgang, J1-3 RS232#3 TX zum Splitfilter
36. RB3 DC Ausgang, J1-4 TTL Ansteuerung TX-Relais
37. RB4 frei
38. RB5 frei
39. RB6 Programmer
40. RB7 Programmer

1.2.1.2 IC9 7805

Spannungsreger 5Volt.

1.2.1.3 IC11 FT232RL

Mit diesem IC wird der USB-Anschluss zum PC realisiert.

1.2.2 Die Stecker auf der Platine

1.2.2.1 J1 „LED / Relais46“

Die Belegung der PINs.

PIN1 Verbindung zur LED+ die sich auf der Displayplatine befindet. Bleibt frei.

PIN2 zur Ansteuerung des Relais „TRX on/off“ (TTL Pegel).

PIN3 extra RS232 TX-Ausgang zum Splitfilter von DL4JAL (TTL Pegel). Frequenzinformation wird gesendet im CAT-Format vom PicAStar.

PIN4 frei.

PIN5 GND

1.2.2.2 J2 „Programmer“

Dieser Stecker ist für die Programmierung des PIC gedacht. Damit kann ich den PIC direkt in der Baugruppe programmieren. Meine Belegung der PINs.

PIN1 5V

PIN2 PortB 7, PGD

PIN2 GND

PIN4 PortB 6, PGC

PIN5 MCLR

1.2.2.3 J3 „SV“

PIN1 +12 Volt Stromversorgung

PIN2 GND

1.2.2.4 J4 „RS232 zum PicAStar“

Diese Stecker ist die Verbindung zum PicAStar nach DL4JAL. Es werden TTL-Pegel, LOW=0 Volt und HIGH=5 Volt, übertragen. Dieser Stecker wird auch für die Verbindung zum IC7300 benutzt.

1.2.2.5 J5 „USB extern“

Mit diesem Stecker ist die Verbindung zu einer externen USB-Buchse. Bei der alten HW ist dieser Stecker nur 2-polig.

PIN1 GND

PIN2 GND

PIN3 USBDP

PIN4 USBDM

PIN5 +5V von USB, Reset FT232RL.

Die externe USB-Buchse wird voll beschaltet mit 4 Drähten.

1.2.2.6 J6 „RS232 zum MAX232“

An diese Buchse habe ich eine echte RS232 mit einem entsprechenden IC MAX232 angeschlossen. Mein PC hat noch eine echte RS232 an COM1.

PIN1 GND

PIN2 GND

PIN3 TTL TX vom Pic

PIN4 TTL RX zum Pic

PIN5 +5 Volt von BG

1.2.2.7 J4, J5, J6

Diese 3 Stecker stehen zur Auswahl für die Verbindung zum TRX. Die Funktion wird im Kapitel 3.3.1 Seite 30 noch einmal kurz beschrieben.

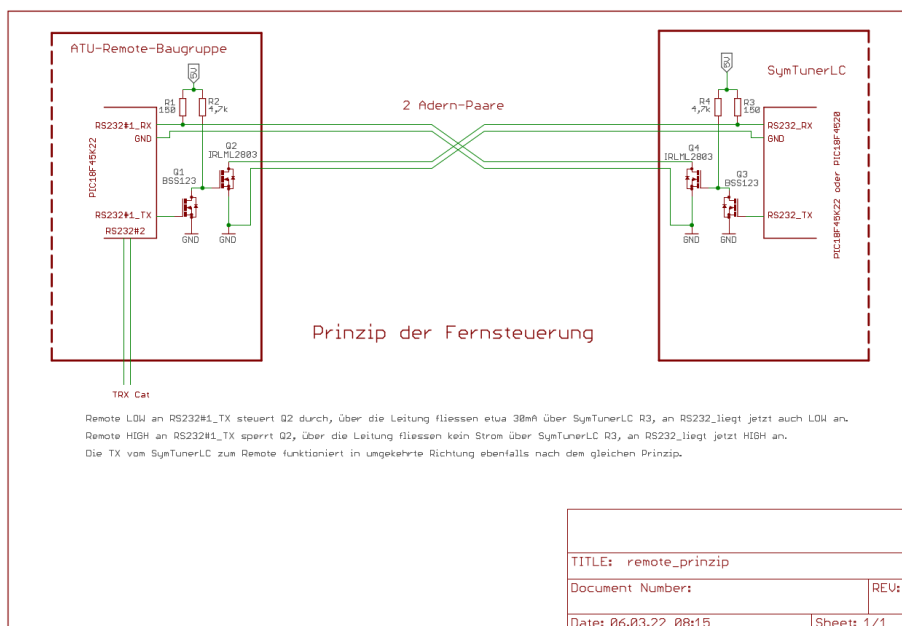
1.2.2.8 J7 „RS232 Stromschleifen zwischen Fernbedienung und Tuner“

An diesen Stecker kommt die Verbindung zum Fernsteuernkabel. Bei mir sind das 2 Adernpaare zum Diodenstecker. Die Überprüfung, ob die Adernpaare richtig angeschlossen sind ist einfach. Tuner und Fernbedienung an SV anschließen, das Fernsteuernkabel anschließen. An PIN1 und an PIN3 müssen jetzt 5V zu messen sein. Beide 5V kommen von den 150Ohm, einmal Fernbedienung R19 und Tuner R19. Zufällig haben beide Widerstände die gleiche Bezeichnung *R19*.

PIN1 RX vom Tuner

PIN2 2x GND

PIN3 TX zum Tuner



Kapitel 2

Die Firmware MC-Tuner und Fernbedienung

Ich musste beide FW-Versionen an die neue RS232-Schnittstelle mit Stromschleife anpassen. Die Befehle sind fast alle so geblieben.

2.0.1 Ruhemodus

Der Befehl „[59] Sleep“ ist weg gefallen, dafür greift jetzt ein Timer 10 Min. Wird die Fernsteuerung abgeschaltet kommt keine Datensatz-Anforderung mehr an den Tuner. Kommt keine Datensatzanforderung von der Fernbedienung schalten nach 10 Min. alle Relais ab. Der Tuner geht in eine Art Standby und hat minimalen Stromverbrauch. **Sobald wieder Daten von der Fernbedienung kommen, wird der Tuner wieder wach.**

2.0.2 SETUP, Taste „3“ lange drücken, Kalibrieren Frequenzmessung

Neu hinzu gekommen. Wird ohne CAT-Steuerung des TRX gearbeitet so muss die Sendefrequenz gemessen werden. Der Tuner braucht die Frequenzangabe für das Speichern des Match-Ergebnisses in den Eeprom-Speicher. Die Sendefrequenz wird über die Baugruppe „Messkopfplatine“ in Rechtecksignale gewandelt und dem PIC zugeführt. Der Takt des PIC wird mit einem Quarz 18,423 MHz erzeugt. Davon wird die Torzeit zum Messen der Sendefrequenz abgeleitet. Die Torzeit der Frequenzmessung soll 10m Sekunden sein. Aber wie das so ist, der Quarz schwingt nicht genau auf 18,432 MHz. In dieser Funktion wird die Torzeit angepasst. Die Erklärung der Tasten steht im Display. Das Offset der Torzeit wird so lange verändert bis die Sendefrequenz und die Anzeige im Display die geringste Abweichung haben. Das sollte bei einer hohen Sendefrequenz (28 MHz) kalibriert werden.

Taste 2 Offset-Wert um 1 erhöhen

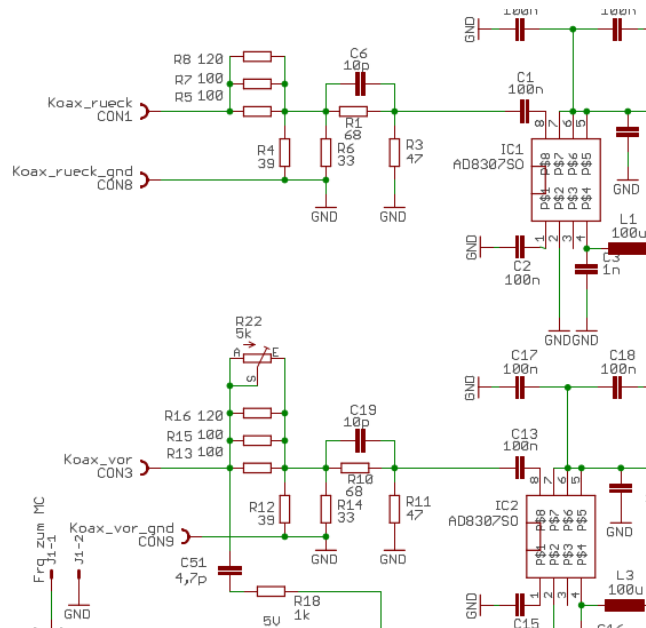
Taste 5 Offset-Wert um 1 erniedrigen

Taste 9 Offset-Wert speichern

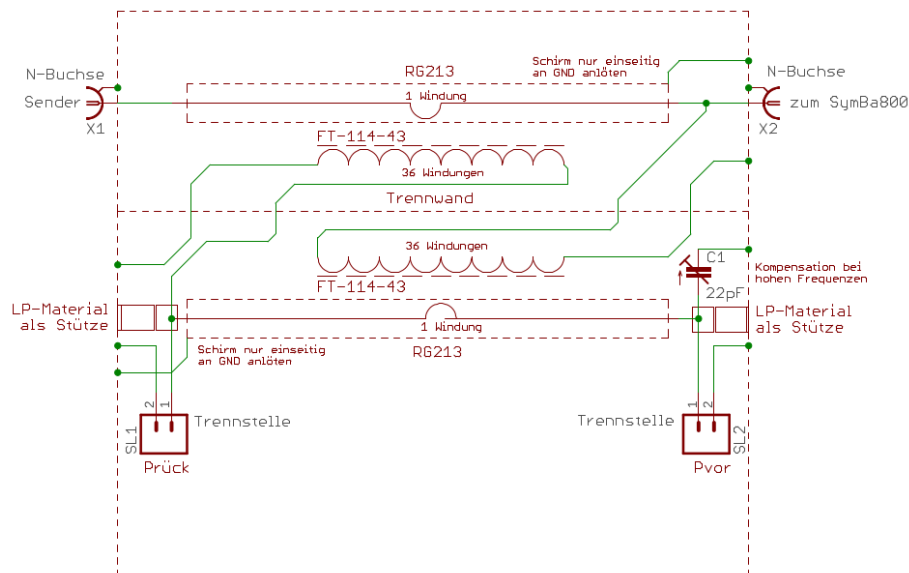
Taste # Abbruch der Funktion

2.0.3 SETUP, Taste „4“ lange drücken, Messkopf Richtschärfe einstellen

Die optimale Richtschärfe des Messkopfes wird mit dieser Funktion durchgeführt. Als erstes müssen wir auf der Messplatine einen Einstellregler 5k am Eingang *Uvor* nachrüsten.



R22, 5k muß zusätzlich auf die Platine gelötet werden. Mit diesem Regler wird der genaue Impedanz-Realwert von 50 Ohm eingestellt.



C1 muss auch im Messkopf vorhanden sein.

Mit dieser Funktion können wir die größte Richtschärfe über den gesamten Kurzwellenbereich einstellen, ohne zusätzliche Messmittel. Wir brauchen aber einen

Sender mit geringer Ausgangsleistung. Die Sendeleistung sollte den Abschlusswiderstand nicht überlasten.

1. Den Ausgang des Richtkopplers schließen wir mit 50 Ohm ab.
Achtung der Abschlusswiderstand sollten mindestens 500mW aushalten.



Hier ein Beispielbild vom Richtkoppler meines PicATU500. Der ist baugleich. Der Abschlusswiderstand hat sehr gut Werte bis hinauf in den GHz-Bereich.

2. *Taste 4 lange drücken.* Die Messfunktion startet. Wir sehen Vorlauf(dBm), Rücklauf(dBm), SWR mit 3 Stellen nach dem Komma und Return Loss(dB).
3. C1 drehen wir auf geringste Kapazität.
4. Jetzt legen wir bei einer Frequenz von etwa 3,5MHz etwa 200mW an den Eingang vom Richtkoppler.
5. Mit dem Einstellregler R22, 5k drehen wir jetzt auf größtes Return Loss. Ich habe 52dB geschafft.

```
= SETUP = # Abbruch  
= MK Richtschaerfe =  
U: +25,6! SWR: 1,005  
R: -26,6$ RL: 52,3?
```

6. Die Sendefrequenz auf 28MHz verstellen, wieder 200mW und mit C1 auf größtes Return Loss stellen. Man kommt auf über 35dB. Ich habe 38dB (SWR:1,02) geschafft.
7. Jetzt kann man wechselseitig 3,5MHz (R22) und 28MHz (C1) nachstellen, aber das ist meistens nicht nötig. Ein Messkontrolle bei 10MHz sollte auch eine gute Richtschärfe ergeben.

Der Abgleich ist nun beendet.

2.1 Tastatur-Befehle

Tastaturbefehle von der Fernbedienung werden mit einem kurzen blinken der LED quittiert. Die LED ist ja direkt an einem PIN des PICs im Tuner angeschlossen. Die Quittung kommt also nicht von dem PIC in der Fernsteuerbaugruppe sondern als Rückmeldung direkt vom Tuner.

2.1.1 Einstellige Befehle

Alle einstelligen Befehle sind so geblieben und werden sofort ausgeführt. Wobei bei jedem Tastendruck alle Werte C, L und Variante komplett über die RS232 übertragen wird.

„#“ Anforderung der Rückmeldung der LCV-Daten für die Aktualisierung der LCD-Anzeige. **Zusätzlich werden alle Messwerte im Display gelöscht.**

„7“ L um einen Schritt (125nH) verringern.

„*“ L um einen Schritt (125nH) erhöhen.

„6“ C um einen Schritt (1,4pF o. 0,37pF) verringern.

„9“ C um einen Schritt (1,4pF o. 0,37pF) erhöhen.

„8“ Variante umschalten. Die Reihenfolge ist:

„Var:0“ nur L in Reihe

„Var:1“ L in Reihe C zur Masse

„Var:2“ C zur Masse L in Reihe

„Var:3“ C in Reihe L zur Masse

„Var:4“ L zur Masse C in Reihe

„Var:5“ nur C in Reihe

Aller 5 Sekunden erfolgt eine Datensatzanforderung. Die LCD-Anzeige wird aktualisiert. Erkennt der Tuner ein Sendesignal werden die Daten automatisch in sehr kurzen Abständen aktualisiert. Neu ist also die Rückmeldung der Sendeleistung, SWR usw... Die Messwerte werden 15 Sekunden lang angezeigt. Mit der Taste „#“ können die Messwerte vorzeitig gelöscht werden.

2.1.2 Mehrstellige Befehle

Neu ist. Alle Mehrstelligen Befehle enden mit der Taste „#“ wenn sie kürzer als 5-stellig sind. Hinzu gekommen ist auch die Taste „*“ bei mehrstelliger Eingabe. **Der Stern „*“ löscht die Eingabezeile.** Das wird benötigt bei Falscheingabe von Befehlen.

2.1.2.1 Befehl für Frequenzinformation

Beginnen die mehrstelligen Befehle mit „0“, „1“, „2“ oder „3“, handelt es sich um einen 5-stelligen Befehl für die Frequenzinformation. **Der Frequenzbefehl muss immer 5-stellig sein.** Deshalb werden Frequenz kleiner 10 MHz vorn mit „0“ aufgefüllt. Da der Befehl 5-stellig ist entfällt die Eingabe mit der Taste „#“. Hier Beispiele:

„03663“ Befehl für Frequenzinformation 3,663 MHz zum Tuner. Kein Abschluss mit Taste „#“.

„28060“ Befehl für Frequenzinformation 28,060 MHz zum Tuner. Kein Abschluss mit Taste „#“.

Der Tuner weiß jetzt, dass in Zukunft mit dieser Frequenz gearbeitet wird und schaut im externen Eeprom nach, ob für diese Frequenz und der eingestellten Antennennummer eine Einstellung abgespeichert wurde. Wenn ja, stellt sich der Tuner auf die abgespeicherten Werte ein. Mit dem *Befehl für Frequenzinformation* wird es möglich den Tuner automatisch mit der Abstimmung nachzuführen. Dazu kommen wir später, bei der Beschreibung der FW für die Fernsteuerbaugruppe.

2.1.2.2 Übersicht der 2-Stelligen Befehle

Mit „*“ kann die Eingabe gelöscht werden!

„40#“ „Warmstart“ mit neuer Nullpunktsuche des Drehkondensators.

„41x#“ „L/C Variante“ direkt einstellen. Die Variante ist eine einstellige Ziffer 0..5.

„42xxx#“ „L Wert“ direkt einstellen. Der Wert ist eine Ziffer 0..255. Die Ziffer kann einstellig, zweistellig oder dreistellig sein.

„43xxx#“ „C Wert“ direkt einstellen. Der Wert ist eine Ziffer 0..899. Die Ziffer kann einstellig, zweistellig oder dreistellig sein.

„44x#“ Auswahl der Antenne 1 bis 5. Die Antennennummer ist eine einstellige Ziffer 1..5. Die gewählte Antenne wird im Eeprom abgespeichert und geht nach PowerON nicht verloren.

„45#“ „10kHz Segment speichern“ Speichern der gefundenen Einstellung des Tuners in das entsprechende 10kHz Speichersegment des externen Eeproms.

„45x#“ Eine zusätzliche Zahl gibt an wie viele Segmente nach oben und unten mit abgespeichert werden. Die zusätzliche Zahl kann 1..9 sein.

„45ab#“ Zwei zusätzliche Zahlen gibt an wie viele Segmente getrennt **a** nach unten und **b** nach oben mit abgespeichert werden. Jede zusätzliche Zahl kann 1..9 sein. Damit ist ein getrenntes Speichern der 10kHz Segmente noch oben oder nach unten erfolgen.

- „46#“ oder „46x#“ „Automatisches Nachstimmen“ des Tuners (alte Funktion). Der Tuner probiert so lange bis das SWR sich nicht mehr verbessern lässt. Wurde eine Einstellung gefunden mit $\text{SWR} < 1,3$ wird anschließend der Befehl „10kHz Segment speichern“ ausgeführt. Es kann noch eine Zusatzzahl 1..5 angegeben werden. Beschreibung weiter unten.
- „460#“ „Nachstimmen in L/C Matrix 8x8“ (neue Funktion). Es wird von den momentanen Werte ein Abstimmfeld C x L 8x8 gebildet und alle 64 Positionen durchprobiert. Das beste SWR wird verwendet.
- „47#“ „Vollabstimmen“ im aktuellen C-Bereich (z.B.:100..199), in aktueller LC-Variante (neue Funktion).
- „48#“ „Nachabstimmen“ im größeren L/C-Feld mit erhöhter Schrittweite. (neue Funktion)
- „49#“ „Band Segmente speichern“ Speichern der gefundenen Einstellung des Tuners in die 10kHz Speichersegmente des ganzen Bandes. Alle alten Speicherstellen werden überschrieben.
- „51x#“ „Antenne löschen“. Die Antennennummer ist eine einstellige Ziffer 1..5. Die gewählte Antenne wird vollständig gelöscht. Alle 10kHz Segmente im Eeprom werden mit 0xFF überschrieben.
- „52ab#“ „Antenne kopieren“ Die Antennennummern sind eine einstellige Ziffern 1..5. Die gewählte Antenne A wird vollständig nach Antenne B kopiert.
- „53x#“ „Art der Frequenzerkennung“ 1..3. Default ist 1 (nur Remote).
- „540#“ „Firmware-Version im PIC des Tuners und der Fernsteuerung anzeigen“. **Dieser Befehl funktioniert nur an der Fernsteuerbaugruppe.**
- „547#“ „Eeprom im PIC restaurieren“. Es wird nur restauriert, wenn vorher mit „549#“ gesichert wurde. **Achtung! nicht den PIC-Eeprom mit falschen Werten überschreiben.**
- „549#“ „Eeprom im PIC wird im ext. Eeprom gesichert“.
- „55#“ „Info C, L, V, Impedanz der Antenne. **Dieser Befehl funktioniert nur an der Fernsteuerbaugruppe.**
- „56#“ „Test Schrittmotor“ Der Schrittmotor läuft im Dauerbetrieb. **Dieser Befehl funktioniert nur direkt am Tuner mit dem aufgesteckten Display/Tastatur.**
- „56xx#“ „Pegel Obergrenze in dBm“. Ist der Pegel größer, schalten die Relais nicht mehr. Damit werden die Relais vor Überlastung geschützt. Voreinstellung sind 38dBm (5 Watt Sendeleistung). **Dieser Befehl funktioniert nur an der Fernsteuerbaugruppe.**
- „57#“ „Relaistest“ Mit der Tastatur kann man die Relais der Reihe nach EIN/AUS schalten und überprüfen. **Dieser Befehl funktioniert nur direkt am Tuner mit dem aufgesteckten Display/Tastatur.**

2.1.2.3 40 Warmstart

Dieser Befehl aktiviert einen „Restart“ des PICs. Das ist das gleiche wie „PowerON“.

2.1.2.4 41x L/C Variante einstellen

Mit diesem Befehl kann direkt die entsprechende L/C Variante eingestellt werden. Nach der „41“ wird noch eine Ziffer 0 bis 5 für die 6 verschiedenen Varianten eingegeben. Dabei bedeuten die Ziffern 0 bis 5

0 nur L in Reihe

1 L in Reihe C zur Masse

2 C zur Masse L in Reihe

3 C in Reihe L zur Masse

4 L zur Masse C in Reihe

5 nur C in Reihe

Möchte ich also **C in Reihe und L zur Masse** haben, gebe ich den Befehl **413#** mit der Tastatur ein. Die Relais im Tuner schalten entsprechend um.

2.1.2.5 42x[xx] L Wert direkt einstellen

Das L im Tuner kann vom Wert 0 (0 uH) bis zum Wert 255 (umgerechnet 31,875uH) eingestellt werden. Nach der **42** kann man bis zu 3 Ziffern als Argument eingeben.

Es folgen 3 Beispiele:

425# L wird auf den Wert 5 (0,625 uH) eingestellt

4234# L wird auf den Wert 34 (4,25 uH) eingestellt

42200# L wird auf den Wert 200 (25 uH) eingestellt

2.1.2.6 43x[xx] C Wert direkt einstellen

Das C im Tuner kann vom Wert 0 (15pF Eigenkapazität) bis zum Wert 899 (umgerechnet etwa 840pF) eingestellt werden. Nach der **43** kann man bis zu 3 Ziffern als Argument eingeben.

Zur Erläuterung: das C-Glied wird aus einer Kombination von einem 4kV-Split Drehkondensator (Schubert) und zuschaltbaren Kapazitäten gebildet. Insgesamt kommen wir auf eine Kapazität von etwa 850pF. Der Drehkondensator hat eine Gesamtkapazität von 140pF. Die Einstellung des Drehkondensator erfolgt mit einem Schrittmotor. Ich habe einen Schrittmotor mit 1,8Grad pro Schritt verwendet. Die 180Grad Drehwinkel werden mit 100 Schritten abgefahren. Das ergibt 1,4pF pro Schritt. Auf der Zusatzplatine für die Kapazität-Zuschaltung befinden sich in Kombination 100pF, 200pF und 400pF die mit Relais parallel zum Drehkondensator geschaltet werden können. Ein 4. Relais schaltet bei sehr kleinen benötigten Kapazitäten 50pF in Reihe zum Drehkondensator. Somit sinkt die Gesamtkapazität des Drehkondensator von 140pF auf

etwa 37pF. Das ergibt 0,37pF pro Schritt des Schrittmotors. Es hat sich gezeigt, dass auf den hochfrequenten Bändern somit ein feineres Abstimmen möglich wird.

Wertebereich	Kapazität	Kapazität pro Schritt
0 bis 99	0 bis 37pF	0,37pF
100 bis 199	0 bis 140pF	1,4pF
200 bis 299	100 bis 240pF	1,4pF
300 bis 399	200 bis 340pF	1,4pF
400 bis 499	300 bis 440pF	1,4pF
500 bis 599	400 bis 540pF	1,4pF
600 bis 699	500 bis 640pF	1,4pF
700 bis 799	600 bis 740pF	1,4pF
800 bis 899	700 bis 840pF	1,4pF

Man könnte eventuell die Überlappungsbereiche der Kapazität verringern. Damit würde sich das Abstimmen fließender gestalten.

Als Beispiel: es wird vom Wert 299 (240pF) ein Schritt höher geschaltet, es kommt als nächstes die 300 (mit 200pF). Also ist im Übergangsbereich die Kapazität wieder geringer und steigt dann wieder an. Das irritiert beim Abstimmen etwas.

Es folgen einige Beispiele für die Befehlseingabe:

435# C wird auf den Wert 5 eingestellt; keine parallele Zusatzkapazität; Serienkapazität 50pF zum Drehkondensator eingeschleift; Schrittmotor auf Position 5 einstellen

4334# C wird auf den Wert 34 eingestellt; keine parallele Zusatzkapazität; Serienkapazität 50pF zum Drehkondensator eingeschleift; Schrittmotor auf Position 34 einstellen

43134# C wird auf den Wert 134 eingestellt; keine parallele Zusatzkapazität; keine Serienkapazität 50pF zum Drehkondensator; Schrittmotor auf Position 34 einstellen

43850# C wird auf den Wert 850 eingestellt; 700pF parallele Zusatzkapazität; keine Serienkapazität 50pF zum Drehkondensator; Schrittmotor auf Position 50 einstellen

2.1.2.7 44x Auswahl der Antenne

In der FW gibt es Antenne 1 bis Antenne 5. Jede Antenne hat seinen eigenen Speicherbereich im externen Eeprom. Jede „Antennennummer“ hat im Frequenzbereich von 1,5MHz bis 30 MHz 2850 Tuner-Einstellungen. Der Speicher im Tuner ist also so groß, dass pro Antenne 2850 Einstellungen gespeichert werden können. Das bedeutet alle 10kHz kann im Bereich 1,5MHz bis 30MHz eine neue Einstellung gespeichert beziehungsweise abgerufen werden.

Wird zusätzlich eine kleine Relaisplatine am Tuner aufgesteckt, schalten die Relais 1 bis 5, je nach Auswahl der Antenne.

2.1.2.8 45[x] oder 45ab 10kHz Frequenzsegment(e) speichern

Wurde für eine Sendefrequenz eine Tunereinstellung gefunden, wird mit dem Befehl **45** die Einstellung im Eeprom abgelegt. Wo die Einstellung gespeichert wird, ist abhängig von der Antennennummer und von der Sendefrequenz. Die Sendefrequenz ist entweder durch den *Befehl für Frequenzinformation* bekannt oder durch wurde das Sendesignal im SWR-Messkopf gemessen. Die Einstellung wird nur für das errechnete 10kHz Segment im Eeprom gespeichert. Will man die Tunereinstellung für benachbarte 10kHz Segmente mit abspeichern wird eine Ziffer als Argument nach dem Befehl **45** mit angegeben. Die Ziffer 1 würde die gefundene Tunereinstellung für 1 benachbartes 10kHz Segment nach oben und nach unten mit speichern. Die Ziffer 2, 2 Segmente oben und unten usw..

45ab ist neu. *a*= Anzahl der Segmente nach unten [0..9]. *b*= Anzahl der Segmente nach oben [0..9].

Beispiele: Frequenzeinstellung ist 03650 (3,650MHz)

45# Die momentane Einstellung L, C und Variante wird im Speicherplatz von 03650 abgespeichert.

453# Die momentane Einstellung L, C und Variante wird im Speicherplatz von 03650, nach unten auch auf 03640, 03630, 03620 und nach oben auch auf 03660, 03670, 03680 abgespeichert. Also zusätzlich 3 Segmente nach unten und 3 Segmente nach oben.

4512# *Zweistellig nach 45* Die momentane Einstellung L, C und Variante wird im Speicherplatz von 03650, 1 Segment nach unten 03640 und 2 Segmente nach oben auch auf 03660, 03670 abgespeichert. Also zusätzlich 1 Segment nach unten und 2 Segmente nach oben.

2.1.2.9 46[x] Automatisches Nachstimmen

Diese Funktion aktiviert das automatische Nachtunen des Tuners. 46 und 461..465 ist Nachstimmen nach dem alten Verfahren.

Das „Nachtunen“ mit einem Ziel-SWR geht etwas schneller, weil nicht bis zum „bitteren Ende“ das kleinste SWR gesucht wird.

Die SWR-Anzeige im Display kann etwas abweichen. Beim Tunen werte ich nicht das SWR aus, sondern den Wert von Return-Loss. Das geht mathematisch schneller.

Mit der Funktion **45x** kann anschließend die Einstellung auch in benachbarte Frequenzsegmente gespeichert werden, wenn man das für erforderlich hält.

2.1.2.10 460 Automatisches Nachstimmen in L/C Matrix 8x8

Diese Funktion ist neu. Der Befehl **460#** sucht von den eingestellten LC-Wert in einem Feld von 8x8 Werten ein besseres SWR.

2.1.2.11 47 Voll-Tunen in der LC-Variante und im C-Bereich

Diese Funktion ist neu und soll der Suche der richtigen Einstellung dienen. Es wird in der voreingestellten LC-Variante und im C-Wertebereich getunt. Begonnen wird mit *Grundmatch* anschließend wird mit *Submatch* das SWR < 1,2 gesucht.

2.1.2.12 48 Nach-Tunen in der LC-Variante und im C-Bereich

Mit 48 wird das Nachtunen nach dem neuen Verfahren durchgeführt. Je nach Wert von C und L wird ein ausreichend großes Abstimmfeld fest gelegt. Abschließend noch die passende Schrittweite, so dass die Abstimmungsfelder nicht zu groß werden. Das Nachstimmen (*Submatch*) endet bei Schrittweite 1/1. Besser geht es nicht.

Hier ein Beispiel mit Bilder:

==== Match ===== nachstimmen auf min.SWR im C-Seg.	C:133 -C+ PStar A:1 L:126 L SWR: 4,61 P:1,531W *RL: 3,8dB - Submatch -16-16---
--	---

Nach der Eingabe von 48 kommt eine kurze Info. Die Schrittweite 16 - 16 wird in Zeile 4 rechts angezeigt.

C:165 -C+ PStar A:1 L:110 L SWR: 1,14 P:1,045W *RL:23,8dB - Submatch -16-16---	C:165 -C+ PStar A:1 L:142 L SWR: 1,03 P:1,091W *RL:37,4dB - Submatch - 8- 8---
---	---

Das SWR wird immer besser. Die Schrittweite immer geringer.

C:157 -C+ PStar A:1 L:118 L SWR: 1,02 P:1,102W *RL:38,5dB - Submatch - 4- 4---	C:154 -C+ PStar A:1 L:100 L SWR: 1,02 P:1,138W *RL:40,8dB - Submatch - 1- 1---
---	---

Das SWR Verbessert sich noch einmal.

C:153 -C+ PStar A:1 L: 97 L SWR: 1,02 P:1,138W *RL:39,2dB -- Abstimmung OK! --	C:153 -C+ PStar A:1 L: 97 L SWR: 1,02 P:1,138W RL:39,2dB -- Warten TX OFF! --
---	--

Kleiner geht die Schrittweite nicht. Die Abstimmung ist beendet. Die neue Einstellung wird anschließend gespeichert.

Neu ab der FW 1.09 im Tuner: Wird beim „Nach-Tunen“, Schrittweite größer 1/1 schon ein gutes SWR < 1,1 gefunden, wird sofort mit Schrittweite 1/1 in einer Fläche 4x4 ein Optimum SWR < 1,1 als Abschluss gesucht.

Der Abstimmungsvorgang geht so schneller, teilweise erheblich schneller.

2.1.2.13 49 Band Segmente speichern

Diese Funktion speichert die Tunereinstellung in alle 10kHz Frequenzsegmente eines Bandes ab. Damit hat man eine Voreinstellung für das ganze Band und könnte dann eventuell bestimmte Frequenzbereiche **Nachtunen**.

2.1.2.14 51x Antenne löschen

Die Funktion **51x** löscht alle Einstellungen (10kHz Segmente) der Antennennummer x. Dazu bedarf es keiner weiteren Erklärung. Alle Einstellungen gehen verloren. Der Speicherbereich für Antenne 1 wird gelöscht.

2.1.2.15 52ab Antenne kopieren

Mit **52ab** können alle Einstellungen der Antenne **a** nach Antenne **b** kopiert werden.

Beispiel: **5215** Der Inhalt des Speicherbereiches der Antenne 1 wird in den Speicherbereich der Antenne 5 kopiert.

Achtung! Alle Werte werden sofort überschrieben. Es gibt kein Zurück. Dennoch ist diese Funktion sinnvoll wenn man alle Einstellungen einer Antenne in einen neuen Bereich kopieren kann. Das ist notwendig, wenn die gleiche Antenne einmal bei trockenem Wetter oder nassem Wetter benutzt und nachgestimmt wird. Bei mir ist die Antenne 1 für trockenes Wetter und Antenne 2 für nasses Wetter.

2.1.2.16 53x Frequenzerkennung

Die Art der Frequenzerkennung wird hier festgelegt. Die Frequenzmessung des Tuners habe ich neu programmiert. Zusätzlich gibt es im SETUP jetzt auch noch die *Funktion Torzeit-Offset kalibrieren*. Siehe Kapitel 2.0.2 auf Seite 12.

- 1 Frequenzinformation nur per Remote. Entweder Übermittlung per CAT-Schnittstelle vom TRX und Aufbereitung der Frequenz zu einem Frequenzbefehl per RS232 zum Tuner. Oder die direkte Eingabe per Tastatur als Frequenzbefehl. Siehe 2.1.2.1 auf Seite 16.
- 2 Frequenzerkennung nur durch Frequenzmessung in Tuner.
- 3 Frequenzerkennung gemischt entweder durch Frequenzmessung in Tuner oder per Remote.

Es sollte bevorzugt mit der Einstellung „531#“ gearbeitet werden. Die eingestellte Art wird im Eeprom gespeichert und ist nach PowerON wieder gültig.

2.1.2.17 540 FW-Version PIC im Tuner und Fernsteuerung anzeigen

Diese Funktion ist **nur mit der Fernsteuerung** möglich. Der Befehl „54“ wird mehrfach genutzt. Mit der Zusatzzahl „0“ wird die Version der PIC-Firmware im Tuner und des PIC in der Fernsteuerung ausgelesen und im Display angezeigt.

2.1.2.18 547 PIC Eeprom restaurieren

Mit der Zusatzzahl „7“ wird eine Datensicherung des PIC-Eeprom wieder vom externen Eeprom zurück gespielt. **Dieser Befehl ist mit Vorsicht zu benutzen. Wurde vorher nicht mit 549 Eeprom gesichert, werden alle PIC-Einstellungen gelöscht!!**

2.1.2.19 549 PIC Eeprom im externen Eeprom sichern

Mit der Zusatzzahl „9“ wird eine Datensicherung des PIC-Eeprom in den externen Eeprom gemacht. Die Kalibrierdaten gehen somit bei einer Erneuerung der Firmware nicht verloren. Die gesicherten Daten können nach dem Wechsel der FW mit dem Befehl „547“ wieder in den PIC-Eeprom zurück gespielt werden.

2.1.2.20 55 Info C, L, Variante und der Antennenimpedanz als Betrag und Komplex

Diese Funktion ist **nur mit der Fernsteuerung** möglich. Es wird als Info angezeigt:

- **C** als numerischer Wert und in pF
- **L** als numerischer Wert und in uH
- **L / C** Variante
- **Impedanz als Betrag** in Ohm
- **Impedanz als komplexe Zahl** normalisiert auf 50 Ohm

Die LCD-Anzeige bleibt für etwa 30 Sekunden stehen. Oder man beendet die Anzeige selbst mit einem Tastendruck. Auf den höheren Frequenz werden aber die Berechnungen teilweise sehr ungenau, da die komplexe Impedanz des „Hybridbalun“ mit einfließt. Aber als Orientierung ist diese Anzeige trotzdem gut.

2.1.2.21 56 Schrittmotor Dauertest

Diese Funktion ist **nicht mit der Fernsteuerung** möglich. Das Display muss aufgesteckt sein. Der Schrittmotor läuft im Dauerbetrieb. Es ist möglich mit dem Oszi zu kontrollieren ob der TCA3727 richtig arbeitet.

2.1.2.22 56xx Pegel in dBm für Relais-Umschaltsperr

Diese Funktion ist **nur von der Fernsteuerung** möglich. Bevor der Tuner auf eine andere Stellung umschaltet wird geprüft, ob die Sendeleistung unterhalb einer dBm Grenze ist. Voreingestellt sind +37dBm. Das entspricht 5 Watt Sendeleistung. Ist die Sendeleistung oberhalb +37dBm wird gewartet bis die Sendeleistung wieder unterhalb +37dBm ist und dann geht der Tuner in die neue Einstellung. Diese Schwelle kann hier verstellt werden mit einem zweistelligen neuen dBm-Wert.

Vor jedem Match-Vorgang wird auf noch der Sendepegel geprüft. Ist der Pegel überschritten wird die Match-Funktion abgebrochen.

2.1.2.23 57 Relaistest

Diese Funktion ist **nicht mit der Fernsteuerung** möglich. Mit dem Relaistest können wir der Reihe nach alle Relais EIN/AUS schaltet. Im Display erscheint welches Relais geschaltet wird. Das muss genau stimmen, sonst funktioniert der Tuner nicht richtig.

2.2 Wie funktioniert Match

Wie ich schon erwähnt habe wurde die „Match-Funktion“ von mir noch einmal grundlegend überarbeitet. Ich habe auf eine intelligente Flächensuche umgestellt. Die Fläche ergibt sich aus den Seitenlängen X und Y. In unserem Fall ist X=C-Werte 100 bis 799 und Y=L-Werte 0 bis 255. Der C-Wert 0..99 ist ja eine Untermenge vom C-Wert 100..199. Das ist eine Fläche von 799 x 255 Feldern,

das ergibt multipliziert 203745 Felder. Das ist eine enorme Menge. Deshalb bin ich auf die Idee gekommen die erste Flächensuche mit exponentieller Schrittweite zu beginnen.

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

Grundmatch Das ist die erste Suche des SWR-Minimums. Die Suche beginnt mit C Wert= 100 und L Wert=0. Es folgt der nächste Schritt mit C-Wert=101 und L-Wert=1. Bei jedem weiteren Schritt verdoppelt sich der L-Wert und der Einzelschritt von C verdoppelt sich auch auf CWert=102. Es ergeben sich 9x9 also 81 L/C Kombinationen. Die L- und C-Werte kann man als eine quadratische Fläche betrachten mit 81 Feldern.

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

C-Werte 100, 101, 102, 104, 108, 116, 132, 164, 199

	C	0,0pF	1,4pF	2,8pF	5,6pF	11,2pF	22,4pF	44,8pF	89,6pF	140pF
	C-Glied	100	101	102	104	108	116	132	164	199
L	L-Glied									
0,00uH	0									
0,125uH	1									
0,25uH	2									
0,5uH	4									
1uH	8									
2uH	16									
4uH	32									
8uH	64									
16uH	128									

Die Wertigkeit von L geht von 0 (0,00uH) bis 128 (16uH) und die Wertigkeit von C von 100 (0,0pF) bis 199 (140pF). Die Suche auf der Fläche (gelb) beinhaltet 81 Felder. Bei jeder Kombination von L und C wird das Return-Loss gemessen. Das Feld mit dem höchsten Return-Loss merkt sich die Funktion und eine neue Suchfläche (hier grün) wird festgelegt. Die Schrittweite in der grünen Fläche wird neu gewählt, so das wieder etwa 64 Suchfelder entstehen.

Submatch *Submatch* setzt die Suche fort mit reduzierter Suchweite in der quadratischen Fläche von L und C. Die Suche geht in unserem Beispiel C-Werte von 108 bis 132 und L-Werte von 8 bis 32 (oben grünes Feld). Die Schrittweite wird passend eingestellt. In unserem Beispiel C-Step=4 und L-Step=4. Mit der neuen Schrittweite wird noch einmal die Suchfläche aktualisiert.

C-Wert	108	112	116	120	124	128	132
L-Wert							
8							
12							
16							
20							
24							
28							
32							

Jetzt ist die Schrittweite konstant linear. C Step 4 und L Step 4. Im Beispiel wurde neues RL maximum ist gefunden (Rot, L=16, C=112).

Wiederholung der Funktion *Submatch* mit reduzierter LC-Fläche und reduzierten Step.

C-Wert	106	108	110	112	114	118	120
L-Wert							
8							
10							
12							
14							
16							
18							
20							
22							
24							

Jetzt ist die Schrittweite halbiert. C Step 2 und L Step 2. Ein neues RL maximum ist gefunden (Rot, L=16, C=112).

Wiederholung der Funktion *Submatch* mit reduzierter LC-Fläche und reduzierten Step.

C-Wert	110	111	112	113	114	115	116
L-Wert							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Die Schrittweite wird wieder halbiert. Bei C Step 1 und bei L Step 1. Ein neues RL maximum ist gefunden (Rot, L=15, C=112). Sind beide Schrittweiten gleich 1 ist die Matchfunktion beendet. Kleinere Schritte gehen ja nicht.

Die Schrittweite wird immer wieder halbiert und mit der Funktion *Submatch* neu gesucht. **Die Funktion *Submatch* wird beendet, wenn:**

- Beide Schrittweiten für L und C sind 1. Die beste L/C Kombination wird gemerkt und verwendet. Ist dabei das SWR kleiner 1,5 wird diese Einstellung im 10kHz-Raster gespeichert.
- Das SWR ist kleiner 1,2. Der Match-Vorgang war erfolgreich. Die L/C Kombination wird gemerkt und verwendet.

So finde ich ganz schnell eine Impedanzanpassung. Durch den Schrittmotor dauert die Suche etwas länger und die Suche erfolgt immer nur im eingeschränkten Kapazitätsbereich, je nach zugeschalteten Parallelkondensator 100pF bis 700pF.

Folgende Suchreihenfolge würde ich vorschlagen:

1. LC-Variante 1 einstellen [411#], C-Wert 100 [43100]
2. *Match* beginnen [47#]
3. Ist das Ergebnis **OK**, mit *ReMatch* [48#] Ergebnis verbessern.
4. Eine Verbesserung des SWR ist auch mit [460#] Matrix 8x8, [46#] alte Suche bis SWR-Minimum oder [461#] alte Suche bis SWR < 1,1 möglich.
5. Ist das Ergebnis **nichts gefunden**, mit LC-Variante 3, 2, 4 die Match-Funktion [47#] wiederholen.

Wobei man beachten sollte, ist das beste SWR bei ungefähr C-Wert 199, würde ich die Suche mit C-Wert = 200 im nächsten höheren C-Werte-Bereich wiederholen.

Wurde ein gutes SWR gefunden und der C-Wert ist kleiner 126 ist die Kapazität kleiner 37pF. Es lohnt sich in den C-Bereich 0..99 zu wechseln und die Suche zu wiederholen. Im kleinsten C-Wert-Bereich verringert sich die Abstufung der Kapazität von 1,4pF pro Schritt (C-Bereich 100..199) auf 0,37pF pro Schritt (C-Bereich 0..99).

Kapitel 3

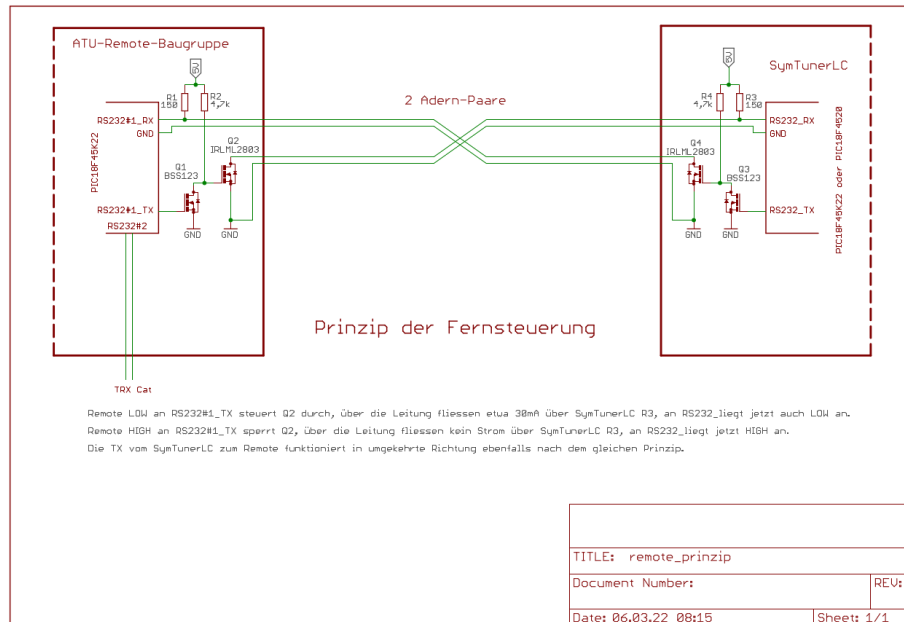
Die Firmware der Fernsteuerbaugruppe

Die Beschreibung ist für die FW 1.xx der Fernsteuerbaugruppe. Die Aufgabe dieser Baugruppe ist die Fernsteuerung des Tuners und die Aufbereitung der VFO-REMOTE-Befehle eines angeschlossenen Transceivers (PicAStar, FT847, IC7300, K2 und PC-PowerSDR). Sobald eine Frequenz-Info vollständig ist wird ein Datensatz an den Tuner gesendet.

3.1 Datenaustausch mit dem Tuner *SymTuner 750W* oder *PicATU500*

Grundsätzlich ist diese Remote-Baugruppe für die Fernsteuerung des „SymTuner 750W“ gedacht. Ich habe aber die Erkennung des Tuners mit in die Software implementiert und die Befehle für den neuen Tuner **PicATU500** angepasst. Siehe Kurzanleitung *symlc-rs232-kurz-v1.xx.pdf*. Beim PicATU500 fallen einige Befehle weg und die Match-Befehle sind etwas anders aufgeteilt.

3.1.1 Prinzip der Fernsteuerung



Das Prinzip der Fernsteuerung mit der Stromschleife habe ich vom PicATU500 übernommen. Diese Art der Datenübertragung ist sehr störsicher.

3.1.2 Datensatz, Kennung: 0..11

Nach dem Einschalten der Fernsteuerung, wird eine Datensatz-Anforderung zum Tuner gesendet. **Im Datensatz sind folgende Daten:**

- 3 Byte Synchronisation 3x 0xAA
- 1 Byte '17' Datensatzlänge
- 1 Byte Datensatz-Kennung 0..11
- 1 Byte Antennen-Nummer 1..5
- 1 Byte LC-Variante 0..5
- 1 Byte L-Wert
- 2 Byte C-Wert
- 2 Byte Frequenz
- 2 Byte letztes SWR als Integer (2 Komma-Stellen)
- 2 Byte *dBm vor* als Integer (2 Komma-Stellen)
- 2 Byte Return Loss als Integer (2 Komma-Stellen)
- 1 Byte Bei Datensatz-Kennung 0: Firmware des Tuners *sonst* Schrittweite L
- 1 Byte Bei Datensatz-Kennung 0: keine Info *sonst* Schrittweite C

1 Byte CRC Prüfsumme

Stimmt die Prüfsumme mit der errechneten Prüfsumme des Empfang's ist der Datensatz gültig und wird verwendet.

Alle 5 Sekunden wird ein neuer Datensatz angefordert. Wird ein TX Signal an den Tuner gesendet, beginnt der Tuner Datensätze in sehr kurzen Abständen zu senden. Somit hat man immer sofort die Informationen im Display der Fernbedienung.



Hier als Beispiel ein Dauerton mit etwa 500W. Etwa 450W kommen nach 30m Koaxkabel am Tuner an. In der Mitte die Sterne „*“ kennzeichnen einen gesendeten Datensatz zum Tuner *Zeile 2*, empfangener Datensatz *Zeile 3*. Ein Stern in Zeile 1 kennzeichnet empfangene Daten vom TRX.

Je nach *Datensatz-Kennung* ändert sich der Text in Zeile 4:

0 Normal mit Frequenzanzeige wie im Bild.

1 — Warten TX! —

2 – Abstimmung OK! –

3 - Nichts gefunden! -

4 – Warten TX OFF! –

5 - Save ext.Eeprom! -

6 Keine Frequenz-Info!

7 — Match START! —

8 — Match ENDE! —

9 — Grundmatch —

10 - Submatch -, mit Angabe von Schrittweite L und C

11 — TX Abbruch! —

12 TX Pegel zu gross!

3.1.3 Datensatz, Kennung: 20

Das ist ein extra Datensatz mit nur einem Byte als Übertragungswert. Dieser Datensatz übermittelt die Fortschrittsanzeige, Prozent in Zeile 4. Beim Löschen oder Kopieren von Speicherbereichen der Antennen 1..5 wird so der Fortschritt gut angezeigt.

3.2 Die LED der Display/Tastatur-Platine

In dieser HW blinkt die LED beim Senden eines Datensatzes an den Tuner. Aber noch besser ist die Info mit dem Stern im Display.

3.3 Sonderfunktionen

3.3.1 Automatische Kopplung TRX-VFO und Tuner

Auf der Fernsteuerplatine befindet sich ein mehrere Stecker für den Empfang der Frequenzinformation von TRX. Die Daten werden im Code einer RS232 übertragen.

Stecker J4 Dieser Stecker ist für die Verbindung zum Eigenbau TRX „PicAStar nach DL4JAL“. Für die Datenübertragung wird der TTL-Pegel verwendet. Auch für die Verbindung zum IC7300 wird dieser Stecker benutzt.

Stecker J5 alt 2-polig Am Stecker J5 liegen die 2 Datenpins vom „USB-IC FT232RL“ an. Diesen Stecker habe ich vorgesehen, wenn die USB-Buchse auf der Platine nicht benutzt wird.

Stecker J5 neu 5-polig Am Stecker J5 liegen die 2 Datenpins vom „USB-IC FT232RL“ an. Diesen Stecker habe ich vorgesehen, wenn die USB-Buchse auf der Platine nicht benutzt wird. Zusätzlich wird GND und +5 Volt vom PC auf die Baugruppe geführt. Die +5V erzeugen ein RESET am IC FT232RL.

Stecker J6 An diesen 5 poligen Stecker kann man ein RS232-IC (z.B.: MAX232CPE) anschließen und damit eine richtige RS232-Schnittstelle installieren. Die meisten PCs haben aber keine RS232 mehr. Deshalb wird bei den meisten OMs dieser Stecker frei bleiben.

Über einen der 3 Stecker ist die Remote-BG mit dem TRX verbunden. Mit dem dem Tastenbefehl „9 (Taste lang)“ wird der richtige TRX eingestellt. Die Firmware der Fernsteuerbaugruppe sammelt im Hintergrund die Frequenzdaten und rechnet in 10kHz Segmente um. Sobald eine neuer 10kHz Bereich erkannt wird, sendet die Baugruppe automatisch den „Befehl für Frequenzinformation“ zum Tuner. Der Tuner stellt sich automatisch neu ein. **Der Tuner wird also automatisch nachgestimmt in Abhängigkeit der Frequenzeinstellung im TRX.**

3.3.2 Taste 6 lang, Infotimer

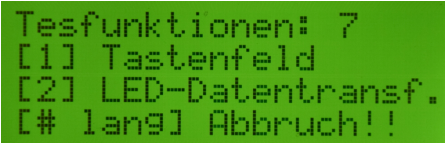


```
Infotimer= 1 Sek.
[0] 0 Sek. [1] 1 Sek.
[2] 2 Sek. [3] 3 Sek.
[4] 4 Sek. [#] Abbr.
```

Neuen Wert mit Taste eingeben oder Abbruch mit #.

Die Taste „6 lang“ drücken. Die Funktion „Infotimer“ startet. Bei einigen zweistelligen Befehlen kommt nach der Eingabe der beiden Ziffern und Abschluss mit #, eine kurze Beschreibung. Die Anzeigedauer wird mit dieser Funktion eingestellt. In Zeile 1 ist die momentane Einstellung zu sehen. Mit den Taste 0.4 wird die Dauer in Sekunden eingestellt. 0 Sekunden ist keine Infoanzeige. Nach der Eingabe wird der Wert im Eeprom dauerhaft gespeichert.

3.3.3 Taste 7 lang, Testfunktionen



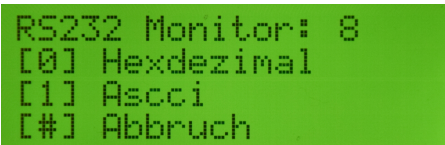
```
Tesfunktionen: 7
[1] Tastenfeld
[2] LED-Datentransf.
[# lang] Abbruch!!
```

Mit der Taste „7 lang“ kommen wir in 2 Testfunktionen. Dabei muss die „7“ so lange gedrückt werden bis im Display „Testfunktionen: 7“ steht. In den Zeilen darunter stehen die Beschreibung der zweiten Zahl, die noch eingegeben werden muss:

1 Tastenfeld Tasteneingaben testen.

lang Abbruch und Neustart der Firmware

3.3.4 Taste 8 lang, RS232 Monitor



```
RS232 Monitor: 8
[0] Hexdezimal
[1] Ascii
[#] Abbruch
```

Mit der Taste „8 lang“ kann man einen RS232-Monitor aktivieren. Dabei muss die „8“ so lange gedrückt werden bis im Display „RS232 Monitor: 8“ steht. In den Zeilen darunter stehen die Beschreibung der zweiten Zahl, die noch eingegeben werden muss:

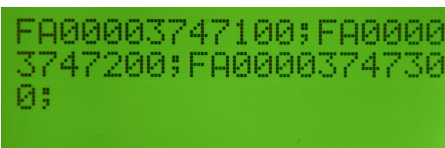
0 Hexadezimal Anzeige der Bytes von der RS232 als HEX-Zahl.

1 Ascii Anzeige der Bytes von der RS232 als String.

Abbruch Abbruch und Neustart der Firmware

Ist der Monitor aktiviert, kann man mit der Taste „0“ die LCD löschen und mit der Taste „#“ den Monitor abbrechen.

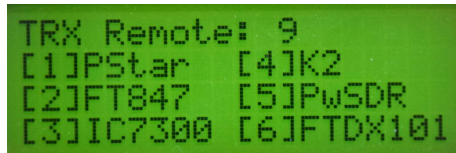
Beim „FTDX101“ bewirkt die Taste „0“ zusätzlich eine Datenanforderung zum FTDX100. Beim FTDX101 kommen die VFO-Informationen nicht von allein.



```
FA00003747100; FA0000
3747200; FA0000374730
0;
```

Zusehen sind die Daten vom „PowerSDR“ sobald der VFO verstimmt wird.

3.3.5 Taste 9 lang, Auswahl der TRX Fernsteuerung



Die Auswahl der verschieden Transceiver die implementiert sind.

Die Auswahl des TRX für die automatische Frequenznachführung des Tuners erfolgt mit der Taste „9 lang“. Dabei muss die „9“ so lange gedrückt werden bis im Display „TRX Remote: 9“ steht. In den beiden Zeilen darunter stehen die Beschreibung der zweiten Zahl, die noch eingegeben werden muss:

- 1 PicAStar** Codierung vom PicAStar nach DL4JAL. TTL-Pegel 5V
- 2 FT847** Codierung FT847. +/- 10V RS232-Pegel mit MAX232
- 3 Icom, CV-I** Icom CV-I-Schnittstelle, TTL-Pegel 3,3V
- 4 K2/K3** Codierung „K2/K3“ von Elecraft. +/- 10V RS232-Pegel mit MAX232
- 5 PwSDR** Codierung „PowerSDR“. +/- 10V RS232-Pegel mit MAX232 oder USB
- 6 FTDX101** +/- 10V RS232-Pegel mit MAX232

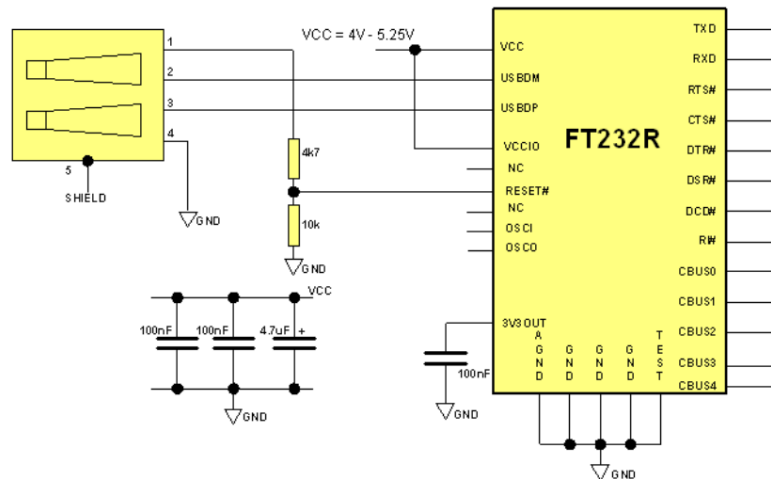
3.3.5.1 PowerSDR Schnittstelleneinrichtung (PC-Software)

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. Mit dem RS232 Monitor „8 lang + 1“ (siehe nächstes Kapitel) sehen wir diese Kommandos. Ist das korrekt, funktioniert die Fernsteuerung per PowerSDR.

3.3.5.2 Fernsteuerbaugruppe USB-Schnittstelle

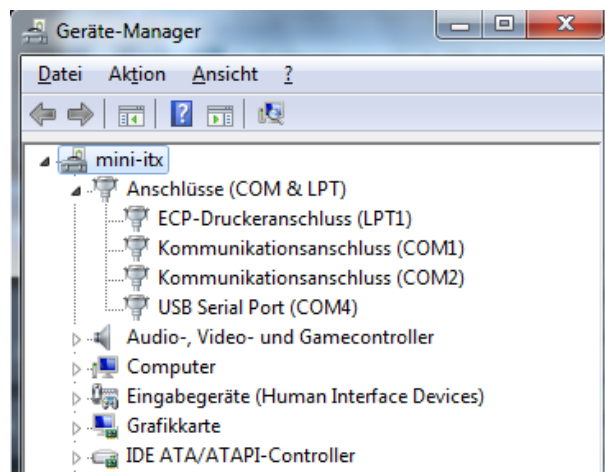
Die Inbetriebnahme der USB-Schnittstelle gestaltet sich manchmal etwas schwierig. Hier einige Tips dazu. In der HW Version 1.02 habe ich eine zusätzliche Beschaltung des IC FT232RL vorgenommen. Siehe Kapitel [1.2.2.5](#) auf Seite [10](#).

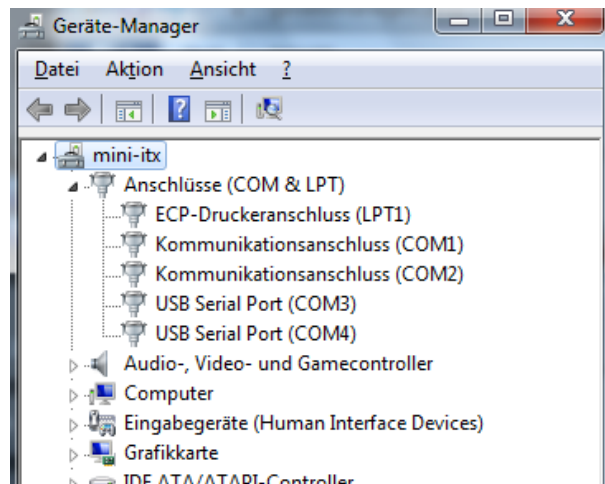
6.2 Self Powered Configuration



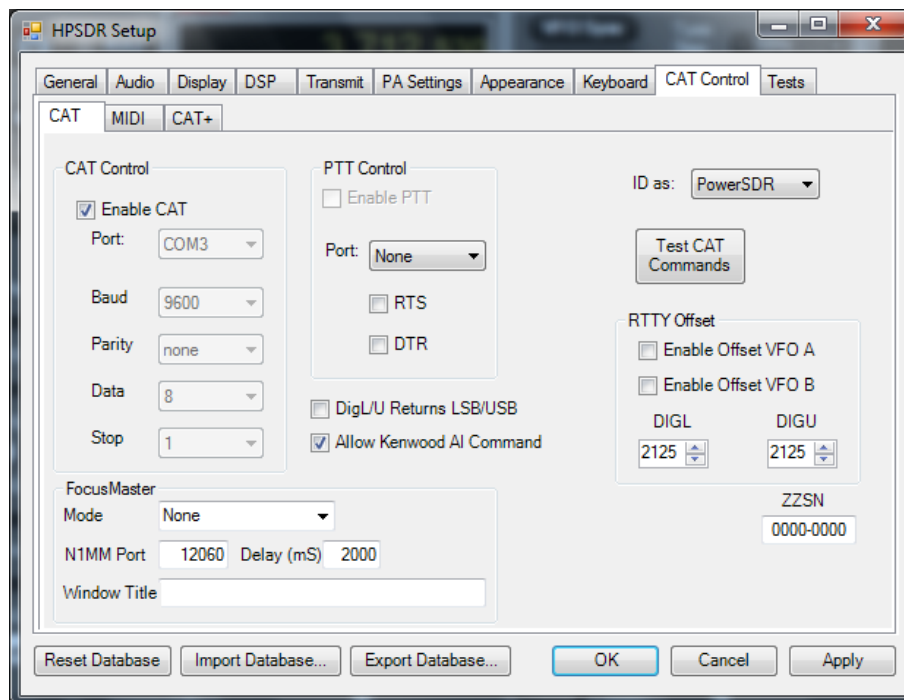
Die Beschaltung des FT232RL, wenn die Versorgungsspannung Baugruppe und 5 Volt USB getrennt sind. Der FT232RL wird beim anstecken des USB-Kabels neu gestartet (Reset).

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.





Wir sehen die neu entstandene COM. In diesem Fall die COM3.



Jetzt können wir im „PowerSDR“ die neu entstandene Schnittstelle benutzen.

Hier die „CAT Einstellung“ im „PowerSDR“.

Der nächste Schritt ist die Kontrolle der Daten, die „PowerSDR“ über die USB-Schnittstelle sendet. Dazu aktivieren wir den „RS232 Monitor“ in der Fernsteuerbaugruppe, Taste 8-lang + Taste 1 (Ascci). Sobald in „PowerSDR“ der VFO verstellt wird, muss im Monitor der „FA-Befehl“ sichtbar werden. Zum Beispiel „FA00003747400;“ für die Frequenz 3,747400 MHz. Ist das der Fall funktioniert die Datenübertragung PC zur Fernsteuerbaugruppe.

Beleibt die LCD-Anzeige leer, können wir mit einem Oszi am PIC Pin26 (RC7) kontrollieren ob Daten kommen. Im Ruhezustand messen wir an Pin26

+5 Volt. Sobald Daten kommen sehen wir LOW-Impulse an Pin26 oder Diode D4 Anode und Kathode. Das Datentelegramm kommt von FT232RL Pin1 (TX).

Mit den Dioden D3, D4 und D5 werden alle ankommenden TX-Daten entkoppelt und können ohne Umschaltung parallel genutzt werden.

Wichtig ist aber, es darf nur eine TRX-Schnittstelle aktiv sein.

3.3.5.3 Info Datentransfer

Zur Kontrolle des Datenaustausch auf den beiden RS232-Schnittstellen reicht nicht mehr die eine LED der Fernsteuerbaugruppe. Im Display blinken jetzt in der Mitte der Zeilen 1, 2 und 3 kurz ein Sternchen auf.



```
C:171 -L+ FTDX A:1
L: 84 C *SWR: 0,00
P:0,000mW *RL: 0,0dB
F1: 3,760MHz [.....]
```

In der Mitte der Zeile sehen wir ab und zu ein Sternchen.

Zeile 1 Sternchen: Ein Datensatz vom TRX ist gekommen.

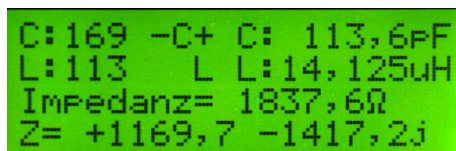
Zeile 2 Sternchen: Ein Datensatz wird zum Tuner gesendet.

Zeile 3 Sternchen: Ein Datensatz vom Tuner wurde empfangen.

3.3.6 TX automatisch EIN/AUS

Die Ansteuerung des TX-Relais über J1/PIN2 ist in dieser FW noch nicht realisiert.

3.3.7 Anzeige der Antennen-Impedanz



```
C:169 -C+ C: 113,6pF
L:113 L L:14,125uH
Impedanz= 1837,6Ω
Z= +1169,7 -1417,2j
```

Zum Schluss noch ein Bild vom Befehl „55#“. Aus den Einstellungen des L-Gliedes und C-Gliedes wird L in uH und C in pF ausgerechnet. Und aus L/C Variante der Kapazität und der Induktivität lässt sich die komplexe Impedanz und der Betrag der Impedanz der Antenne bei dieser Sendefrequenz errechnen. Das ist zwar etwas kompliziert und mathematisch Aufwendig, aber

es funktioniert. Bei den höheren Frequenzen verfälschen allerdings die Streudaten des Hybrid-Baluns etwas das Rechenergebnis. Im Bild ist die Impedanz meines Dipols auf 80m zu sehen. Das ist nicht gerade Optimal. Als mein Dipol noch die Länge von 2x27m hatte, war die Impedanz viel besser.

Ohne den Befehl „55#“ könnte ich nur mit einem vektoriellen Antennenanalyser die komplexe Impedanz ermitteln.

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