

LCD-Anzeige mit SWR-Kontrolle und
Spitzenleistungsanzeige für Endstufe mit Mosfets
750Watt (ArnoPA)

Externes separates Wattmeter mit/ohne
SWR-Kontrolle

(c) DL4JAL

11. Januar 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Hardware	4
2.1	LCD-Anzeige	4
2.1.1	Anschlüsse auf der Baugruppe	5
2.1.2	Stecker J1	6
2.1.3	Stecker J2	6
2.1.4	Stecker J3	6
2.1.5	Ansteuerung der Relais	7
2.2	Richtkoppler	7
2.2.1	Funktion des Richtkopplers	9
2.2.2	Anschluss des Richtkopplers	9
3	Software	10
3.1	Version der Software	10
3.2	Funktionen der Software	10
3.2.1	Funktionsüberblick	10
3.2.2	Hochlauf der Software als PA-LCD-Anzeige	11
3.2.3	Hochlauf der Software als externes Wattmeter	12
3.2.4	Laufender Betrieb der Software	13
3.2.5	Abschaltung der PTT durch Überhitzung	13
3.2.6	Abschaltung der PTT durch SWR-Kontrolle	13
3.2.7	Kurzzeitige Abschaltung der SWR-Kontrolle	13
3.3	Die Einstellungen des DIP-Schalters	15
3.3.1	Übersicht aller Einstellungen	15
3.3.2	Bedienung im SETUP	15
3.3.3	Kalibrieren der Spannungsanzeigen	16
3.3.4	Start des Temperaturtestlaufes	16
3.3.5	SETUP SWR-Grenze und SWR-Erroranzahl	17
3.3.6	Externes Wattmeter mit SWR-Kontrolle	18
3.3.7	Kalibrieren der Leistungsanzeige	18
3.4	Schlusswort	19

Abbildungsverzeichnis

2.1	Ansicht auf die Oberseite der Leiterplatte	4
2.2	Ansicht der SMD-Bestückung. Das Display ist abgezogen.	5
2.3	Übersicht der Stecker und die 2 Einstellregler für die Leistung	5
2.4	Schema der Relaisanschaltung	7
2.5	Zu sehen ist der geöffnete Richtkoppler mit den 2 Kammern.	8
2.6	Eine Seitenwand des Richtkopplers von innen.	8
2.7	Das Schaltbild des Richtkopplers.	9
3.1	Anzeige der Versionen und Urheberrecht.	11
3.2	Langsames Laden der Netzteilkos.	12
3.3	Ansicht der Eckdaten für die SWR-Kontrolle.	12
3.4	Ansicht der Temperaturpunkte für die Lüftersteuerung.	12
3.5	Ansicht der LCD-Anzeige: PA im Ruhebetrieb.	12
3.6	Ansicht der LCD-Anzeige: PA im Sendebetrieb.	13
3.7	Ansicht der LCD-Anzeige: Während des Drückens des RESET-Tasters.	14
3.8	LCD PA: SWR-Kontrolle aus. „swr“ wird klein geschrieben.	14
3.9	LCD-Externes Wattmeter: „SWR“ ändert sich in „SWR **“.	15
3.10	Hier sieht man den Einstieg in das SETUP.	16
3.11	Mit den DIP 1,2 wird eingestellt und mit DIP 3 das Resultat abgespeichert.	16
3.12	Beginn des Temperaturtestlauf mit 20 Grad	17
3.13	Temperaturtestlauf PA zu heiß !! wird simuliert.	17
3.14	Hier sehen wir das externe Wattmeter im Ruhezustand.	18
3.15	Die Ansicht des externe Wattmeters beim Senden.	18

Kapitel 1

Vorwort

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

Kapitel 2

Hardware

2.1 LCD-Anzeige

Die Ansicht der LCD-Anzeige von hinten sieht man auf der Abbildung 2.1 Seite 4. Der DIP-Schalter 3 ist auf ON. Das ist die Einstellung für die Zuschaltung des Lüfterrelais bei 55 Grad. Eine Ansicht auf die SMD-Bestückung ist nur mit abgezogenen LCD-Display möglich, zu sehen auf der Abbildung 2.2 Seite 5.

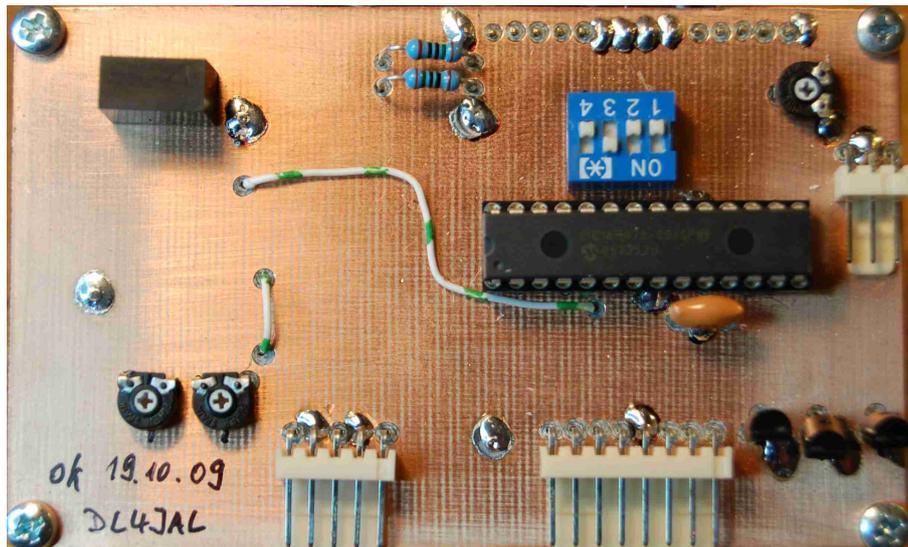


Abbildung 2.1: Ansicht auf die Oberseite der Leiterplatte

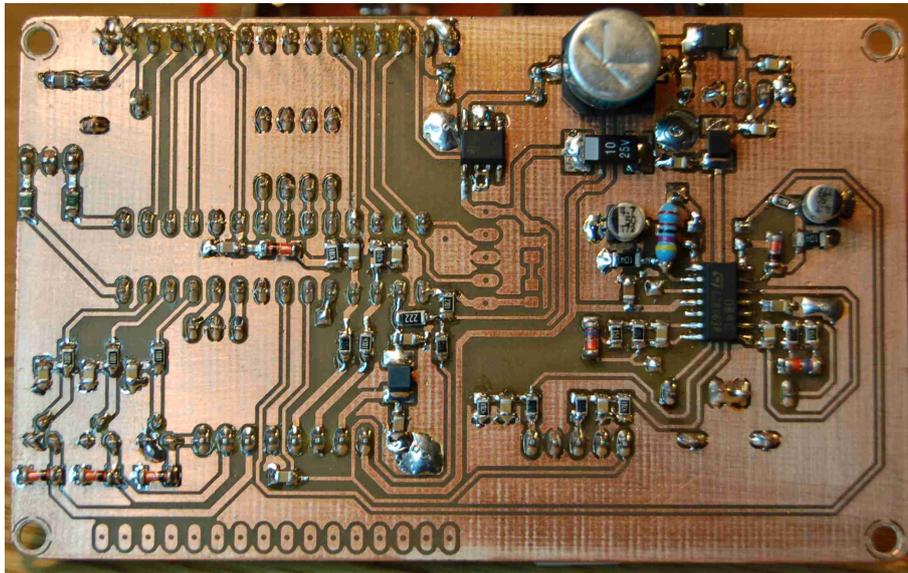


Abbildung 2.2: Ansicht der SMD-Bestückung. Das Display ist abgezogen.

2.1.1 Anschlüsse auf der Baugruppe

Die Reihenfolge der PINS kann auf der Beschriftung der Stecker auch genau entgegengesetzt sein. Richtet euch bitte nach der Abbildung 2.3 auf Seite 5.

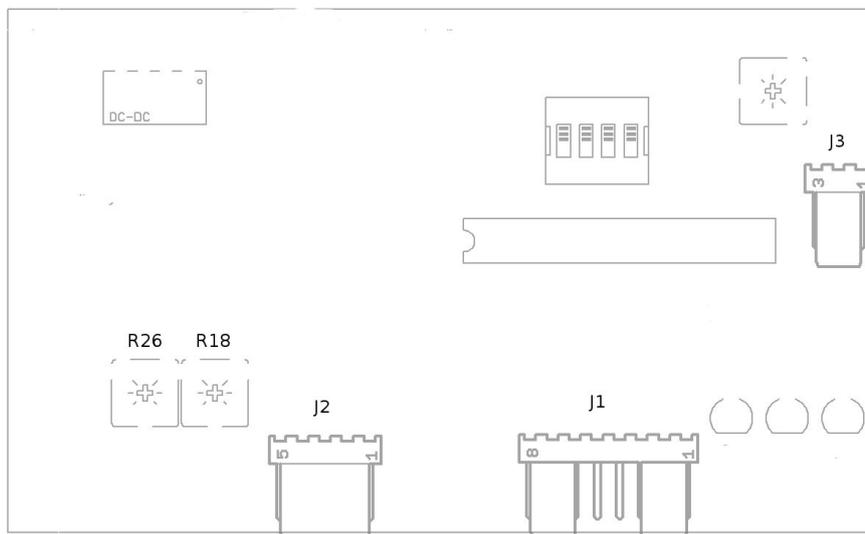


Abbildung 2.3: Übersicht der Stecker und die 2 Einstellregler für die Leistung

2.1.2 Stecker J1

- 1 zum Relais PTT *
- 2 zum Relais Lüfter Voll
- 3 zum Relais 50 Ohm Überbrückung Netzteil
- 4 GND Temperaturfühler (Masse vom Diodenkabel)
- 5 zur Drainspannung
- 6 zur Gatespannung
- 7 Temperaturfühler (Seele vom Diodenkabel)
- 8 Versorgungsspannung 12 Volt (*) (**)

(*) Wird beschaltet für die Nutzung als externes Wattmeter mit SWR-Überwachung. (**) Wird beschaltet als externes Wattmeter ohne SWR-Überwachung.

2.1.3 Stecker J2

- 1 vom Messkopf Vorlaufspannung (*) (**)
- 2 GND Masse von den Diodenkabeln (*) (**)
- 3 vom Messkopf Rücklaufspannung (*) (**)
- 4 zum RESET-Taster GND (*)
- 5 zum RESET-Taster (*)

(*) Wird beschaltet für die Nutzung als externes Wattmeter mit SWR-Überwachung. (**) Wird beschaltet als externes Wattmeter ohne SWR-Überwachung.

2.1.4 Stecker J3

- 1 Error-LED Plus (*)
- 1 Error-LED Minus GND (*)
- 3 FREI

(*) Wird beschaltet für die Nutzung als externes Wattmeter mit SWR-Überwachung.

2.1.5 Ansteuerung der Relais

Im Absatz 2.1.2 auf Seite 6 ist die Belegung des Steckers J1 beschrieben. Vom PIN 1,2 und 3 werden die Relais angesteuert. Die Spulen der Relais werden auf einer Seite an die Betriebsspannung 12 Volt gelegt und die andere Seite der Spule wird an die PINs der LCD-Baugruppe angeschlossen. Die Mosfets BS170 schalten die Relais EIN und AUS. Das Schaltbild für die Relaissteuerung ist in Abbildung 2.4 Seite 7 zu sehen.

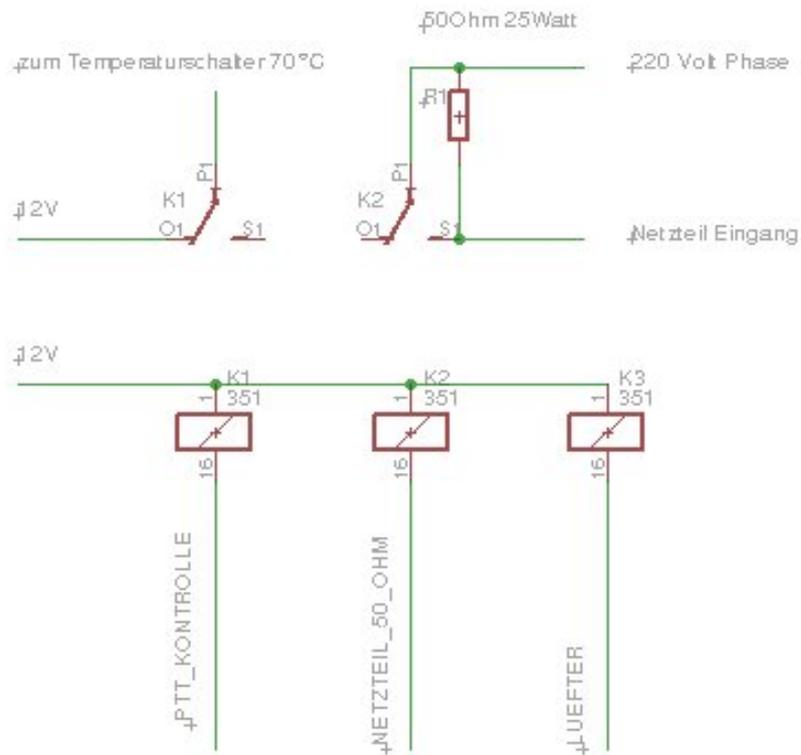


Abbildung 2.4: Schema der Relaisanschaltung

2.2 Richtkoppler

Der geöffnete Richtkopplers ist in Abbildung 2.5 auf Seite 8 zu sehen. Die Abschlusswiderstände der Kammer 2 sind SMD (2Watt) ausgeführt. In der Abbildung 2.6 auf Seite 8 sind die Bauelemente einer Kopplerseite zu sehen. Das Schaltbild des Richtkopplers sehen wir in der Abbildung 2.7 auf Seite 9.

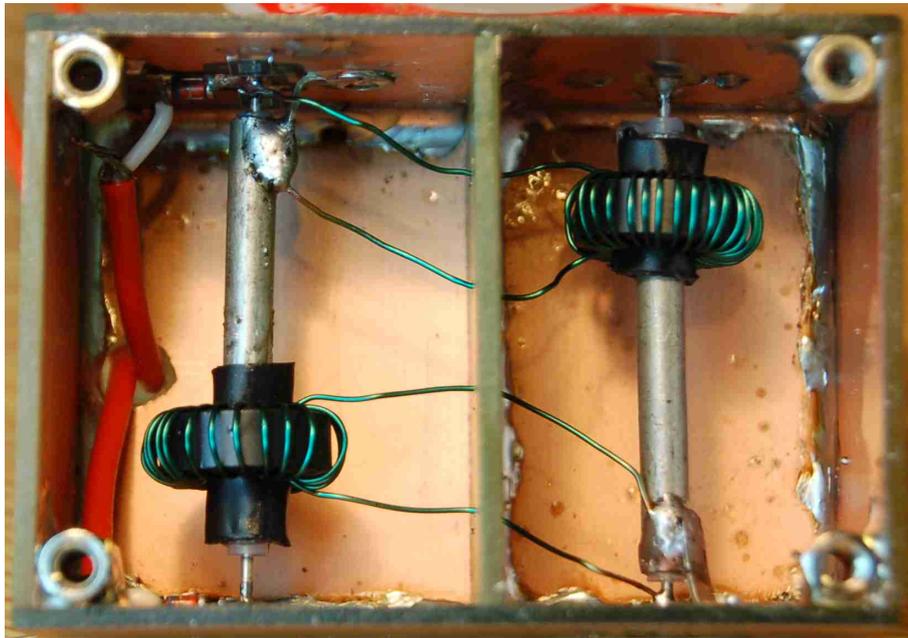


Abbildung 2.5: Zu sehen ist der geöffnete Richtkoppler mit den 2 Kammern.

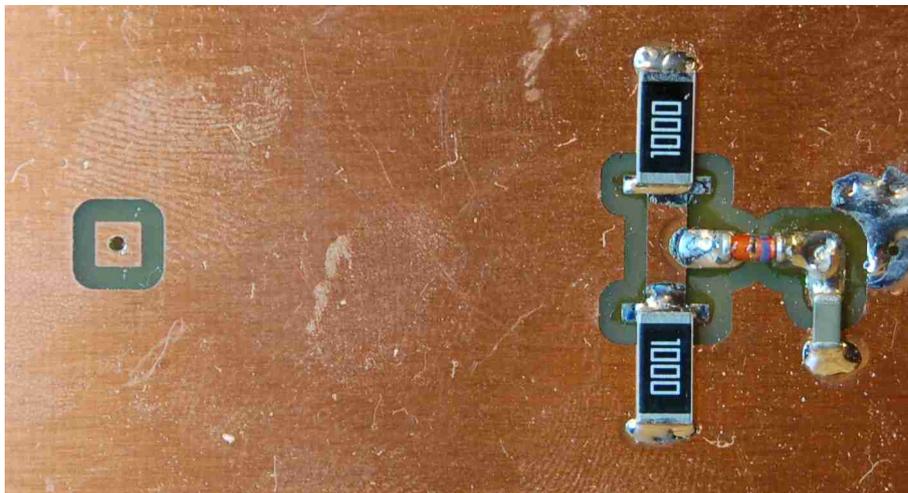


Abbildung 2.6: Eine Seitenwand des Richtkopplers von innen.

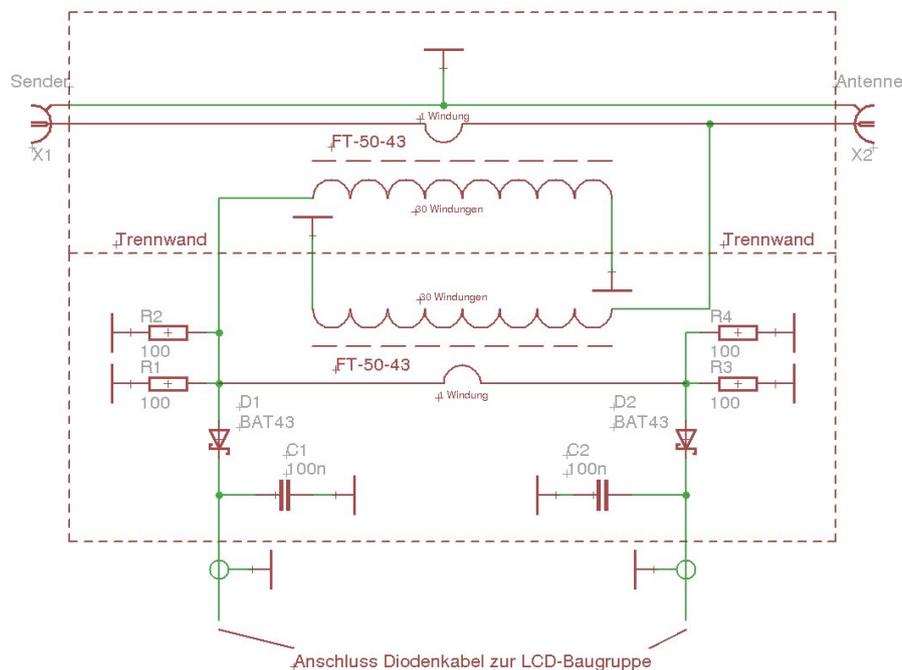


Abbildung 2.7: Das Schaltbild des Richtkopplers.

2.2.1 Funktion des Richtkopplers

Ich verwende für die Messung der Leistung einen transformatorischen Richtkoppler. Das Schaltbild des Richtkopplers ist auf der Seite 9 zu sehen. Die Auskopplung beträgt 1 zu 30 und wird mit zwei identischen Ringkernen FT-50-43 realisiert. Die Kalibrierung der Leistungsanzeige wird im Abschnitt 3.3.7 auf Seite 18 beschrieben. Auf der Seite ?? sehen wir im Schaltbild die nichtlineare Gegenkopplung über den Operationsverstärkern. Im Gegenkopplungszweig befinden sich die gleichen Schottkiodioden wie im Richtkoppler. Das bewirkt eine Kompensierung der nichtlinearen Kennlinie der Gleichrichterdiode des Richtkopplers. Somit werden auch kleine Leistungen ab etwa 10 Watt noch dargestellt. In unteren Messbereich leidet aber etwas die Genauigkeit der Messergebnisse.

2.2.2 Anschluss des Richtkopplers

An die Kammer 1 werden von außen die Koaxialkabel an die Durchkontaktierung angelötet. Für die hohe Leistung verwende ich Teflonkabel was die Stärke von RG58 hat. Der Richtkoppler wird in die Koaxleitung vom PA-Ausgangsübertrager 1:4 zur TX/RX Umschaltung eingeschleift. Dadurch messen wir genau an der richtigen Stelle das SWR und können sicher sein, dass die PA genau „50 Ohm sieht“. Die beiden Messleitungen führen direkt zur LCD-Anzeige Stecker J2 Pin 1,2 und 3 (GND).

Kapitel 3

Software

3.1 Version der Software

Diese Beschreibung bezieht sich auf die Softwareversion 3.04 vom 27.10.2009.

3.2 Funktionen der Software

3.2.1 Funktionsüberblick

- Zeitgesteuertes Überbrücken des 50 Ohm Widerstandes im Netzteil als Ersatz für den Schalter S2 in der Originalschaltung. Ein Relais überbrückt den Widerstand nach 10 Sekunden. In dieser Zeit sperrt ein sogenanntes PTT-Relais die Spannungszufuhr der S/E Umschaltung der PA. Dieser Ablauf startet bei jedem PowerON exakt von vorn und verhindert einen Kurzschluss durch das zu schnelle überbrücken des 50 Ohm Widerstandes.
- Anzeige und Überwachung der Temperatur des Kühlkörpers. Es können 5 verschieden Einschalttemperaturen über einen kleinen Dilschalter eingestellt werden. Der Temperaturbereich erstreckt sich von 35 Grad Celsius bis 55 Grad Celsius. Wird die eingestellte Gradzahl erreicht zieht ein Relais, dass für das Umschalten der Lüfter auf vollen Betrieb genutzt werden kann. Fällt die Temperatur 5 Grad unter der Einschalttemperatur fällt das Relais wieder ab.
- Anzeige der Drainspannung des Netzteils als Ersatz des Voltmeters.
- Anzeige der Gatevorspannung für die Einstellung des Ruhestromes der PA.
- Zusätzliche Temperaturüberwachung des Kühlkörpers im Maximum von 75 Grad. Werden die 75 Grad überschritten zieht das PTT-Relais und sperrt die S/E-Umschaltung der PA. Bei 70 Grad wird die S/E Umschaltung wieder freigegeben.
- Der Temperaturverlauf von 20 Grad bis 80 Grad kann mit einem Testlauf simuliert werden, um die ordnungsgemäße Funktion aller Temperaturfunktionen zu testen.

- Mit einem Messkopf wird die Vorlaufleistung, die Rücklaufleistung und das SWR errechnet und zur Anzeige gebracht.
- Im SETUP kann eine SWR-Grenze festgelegt werden (default 2.5). Wird diese SWR-Grenze überschritten, zieht auch das PTT-Relais und die PA kann nicht mehr angesteuert werden. Die LCD-Anzeige zeigt das Abschalten SWR an. Die Rückstellung erfolgt mit einer RESET-Taste.
- Kurzzeitiges Abschalten der SWR-Kontrolle mit dem RESET-Taster zum Zwecke des TUNENS.
- Die Spannungsanzeigen können kalibriert werden, mittels Software. Die Abweichung bei der Drainspannung liegt bei kleiner 0,5 Volt und bei der Gatespannung liegt die Abweichung nach der Eichung bei etwa 0,01 Volt. Diese Werte errechnen sich aus der Auflösung von 10 Bit des A/D Wandlers. Die Theorie und Praxis stimmt aber gut überein. Ich konnte diese geringe Abweichung messen und komme auf eine gute Genauigkeit.

3.2.2 Hochlauf der Software als PA-LCD-Anzeige

Wie bei jedem PC so gibt es auch bei dieser SW einen Hochlauf. Als erstes erscheint kurz ein Bild mit der HW-Version und SW-Version siehe Abbildung 3.1 Seite 11. Das Relais für die PTT-Kontrolle zieht an und auch das Relais für den Lüftervollbetrieb. Anschließend startet eine Zeitschleife für das langsame Aufladen der Elkos im Netzteil. Zur Kontrolle wird die Betriebsspannung von etwa 150 Volt mit eingeblendet. Ist diese Zeit abgelaufen (etwa nach 10 Sekunden) wird das Relais im Netzteil über Stecker J1 Pin2 eingeschaltet. Dieses Relais überbrückt den 50Ohm Widerstand vor den Elkos, so das jetzt die volle Leistung aus dem Netzteil entnommen werden kann. Das PTT-Kontrollrelais fällt wieder ab und gibt die PTT wieder frei. Diesen Vorgang sehen wir in der Abbildung 3.2 Seite 12. Anschließend erscheinen 2 SETUP-Einstellungen als Kontrolle. Zuerst die Einstellungen für die SWR-Abschaltung siehe Abbildung 3.3 Seite 12 und anschließend die Temperatur Aus- und Einschaltpunkte für den Lüftervollbetrieb siehe Abbildung 3.4 Seite 12. Nun ist die PA betriebsbereit und zeigt alle Betriebsdaten parallel an siehe Abbildung 3.5 Seite 12.



Abbildung 3.1: Anzeige der Versionen und Urheberrecht.



Abbildung 3.2: Langsames Laden der Netzteilkos.



Abbildung 3.3: Ansicht der Eckdaten für die SWR-Kontrolle.

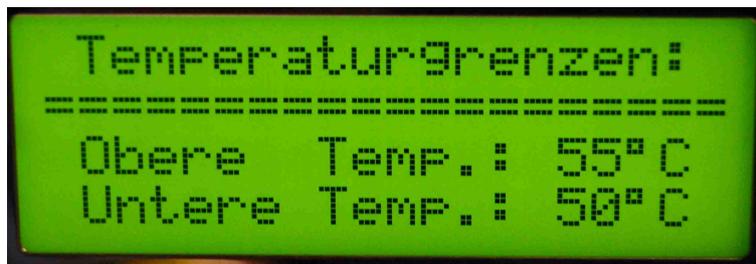


Abbildung 3.4: Ansicht der Temperaturpunkte für die Lüftersteuerung.

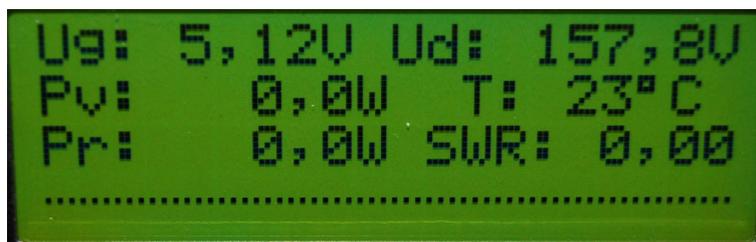


Abbildung 3.5: Ansicht der LCD-Anzeige: PA im Ruhebetrieb.

3.2.3 Hochlauf der Software als externes Wattmeter

Als externes Wattmeter wird nur die Leistungsanzeige und das SWR benötigt. Über die SWR-Kontrolle kann auch die PTT geschleift werden und ab einem

festgelegten Wert gesperrt werden. Diese Funktion kann auch gezielt deaktiviert werden. Der Hochlauf der Software ist verkürzt.

3.2.4 Laufender Betrieb der Software

Nach dem Hochlauf werden alle Parameter angezeigt und erneuert siehe Abbildung 3.5 Seite 12. Die unterste Zeile vom 4 zeiligen Display bleibt dabei frei. Erst wenn wir die PTT betätigen wird in der untersten Zeile ein Balken angezeigt. Dieser Balken wird ohne Verzögerung aktualisiert und dient zur SWR-Minimierung. Die Leistungsangaben und das SWR wird nur bei steigenden Werten sofort aktualisiert, wobei die **SWR-Berechnung erst ab einer Vorlaufleistung von etwa 10 Watt** beginnt. Die Werte abfallenden Werte werden erst nach 2 Sekunden aktualisiert (wie bei einer Hängereglung im RX). Durch diesen SW-Trick bleiben die Werte gut ablesbar. Eine sehr gute Einschätzung der Aussteuerung der PA war mein Ziel und das habe ich erreicht. Die maximalen Aussteuerungspitzen werden zuverlässig angezeigt siehe Abbildung 3.6 Seite 13. Die Temperaturanzeige hat manchmal noch einen Stern als Abschluss. Der Stern signalisiert, dass das Relais der Lüftersteuerung angezogen hat und der Lüfter auf vollen Touren läuft. Ist der Stern wieder verschwunden, ist das Relais abgefallen.

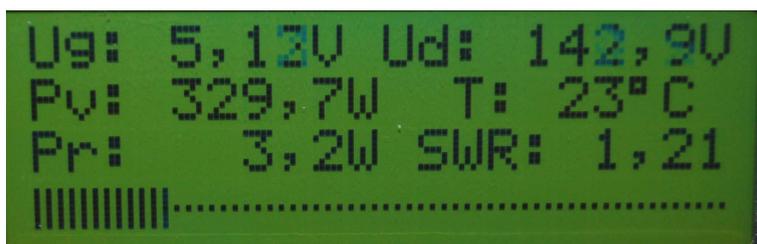


Abbildung 3.6: Ansicht der LCD-Anzeige: PA im Sendebetrieb.

3.2.5 Abschaltung der PTT durch Überhitzung

Neben dem Bimetallabschalter gibt es noch eine Abschaltung der PTT über die Software. Überschreitet der Kühlkörper die 75 Grad wird die PTT gesperrt und bei 70 Grad wieder freigegeben. Das kann man mit dem Temperaturtestlauf testen, siehe Abschnitt 3.3.4 Seite 16.

3.2.6 Abschaltung der PTT durch SWR-Kontrolle

Wird ein im SETUP eingestellter Wert des SWRs überschritten schaltet die PTT ebenfalls ab und kann nur mit dem RESET-Taster wieder zurückgestellt werden. Durch das drücken des RESET-Tasters für etwa 2 Sekunden, kann die SWR-Kontrolle deaktiviert werden. Siehe nächstes Kapitel.

3.2.7 Kurzzeitige Abschaltung der SWR-Kontrolle

Im normalen Betrieb der Leistungsanzeige ist es nicht möglich mit einem Tuner die Antenne abzustimmen, da die SWR-Kontrolle bei Überschreitung des eingestellten SWRs die PTT deaktiviert. Das Drücken des RESET-Tasters für



Abbildung 3.7: Ansicht der LCD-Anzeige: Während des Drückens des RESET-Tasters.



Abbildung 3.8: LCD PA: SWR-Kontrolle aus. „swr“ wird klein geschrieben.

etwa 2 Sekunden deaktiviert die SWR-Kontrolle zum Zwecke des Tunens. Siehe Abbildung 3.7 auf Seite 14. Als Erinnerung leuchtet die ERROR-LED und in der LCD-Anzeige ändert sich auch etwas. PA-LCD siehe Abbildung 3.8 auf Seite 14. Externes Wattmeter siehe Abbildung 3.9 auf Seite 15. Diesen Zustand können wir durch kurzes drücken des RESET-Tasters verlassen werden. Bleibt die Leistungsanzeige für etwa 15 Sekunden auf „0,0“ wird die SWR-Kontrolle automatisch wieder aktiv. Das ist wichtig, um die PA so gut wie möglich zu schützen.

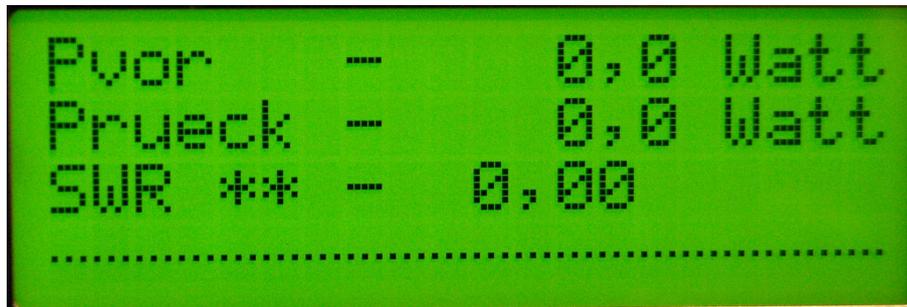


Abbildung 3.9: LCD-Externes Wattmeter: „SWR“ ändert sich in „SWR **“.

3.3 Die Einstellungen des DIP-Schalters

3.3.1 Übersicht aller Einstellungen

DIP1	DIP2	DIP3	DIP4	Funktion
OFF	OFF	OFF	OFF	Lüftersteuerung 35/30
ON	OFF	OFF	OFF	Lüftersteuerung 40/35
OFF	ON	OFF	OFF	Lüftersteuerung 45/40
ON	ON	OFF	OFF	Lüftersteuerung 50/45
OFF	OFF	ON	OFF	Lüftersteuerung 55/50
ON	OFF	ON	OFF	SETUP Ugate-Anzeige Kalibrierung
OFF	ON	ON	OFF	SETUP Udrain-Anzeige Kalibrierung
ON	ON	ON	OFF	Temperatur Testlauf (20 bis 80 Grad)
OFF	OFF	OFF	ON	SETUP SWR-Grenze (1,5 - 3,5)
ON	OFF	OFF	ON	SETUP SWR-Erroranzahl (1 - 10)
OFF	ON	OFF	ON	externes Wattmeter mit PTT-Abschaltung
ON	ON	OFF	ON	externes Wattmeter ohne PTT-Abschaltung

3.3.2 Bedienung im SETUP

Wird einer der 4 SETUP-Einstellungen ausgewählt und anschließend die PA eingeschaltet ergibt sich folgendes ähnliches Bild siehe Abbildung 3.10 Seite 16. Damit es weiter geht müssen alle DIP wieder auf OFF gestellt werden und jetzt zeigt sich folgendes ähnliches Bild siehe Abbildung 3.11 Seite 16. Mit DIP 1 wird der Wert erhöht und mit DIP 2 verringert. Ist die Einstellung richtig wird das Ergebnis mit dem DIP 3 in den Eeprom abgespeichert. Anschließend die PA ausschalten die richtige Temperatur für die Lüftersteuerung einstellen und der normale Betrieb der PA kann beginnen.



Abbildung 3.10: Hier sieht man den Einstieg in das SETUP.



Abbildung 3.11: Mit den DIP 1,2 wird eingestellt und mit DIP 3 das Resultat abgespeichert.

3.3.3 Kalibrieren der Spannungsanzeigen

DIP1	DIP2	DIP3	DIP4	Kalibrierung der Spannungen
ON	OFF	ON	OFF	Kalibrierung der Gatespannungsanzeige
OFF	ON	ON	OFF	Kalibrierung der Drainspannungsanzeige

Mit diesen beiden DIP-Schalterstellungen kommen wir in die Kalibrierfunktionen. **Beim Kalibrieren der Gatespannung sollten 9,5 Volt nicht überschritten werden! Es besteht kein Überspannungsschutz!** Mit dem DIP-1 kann die angezeigte Spannung erhöht werden und mit dem DIP-2 gesenkt werden. Das Erhöhen oder Absenken erfolgt wiederkehrend im Rhythmus von 0,2 Sekunden. Wenn die Spannung in der LCD mit der angelegten Spannung übereinstimmt wird alles wieder auf OFF gestellt. Diese ermittelte Kalibrierung muss man nun mit dem DIP-3 in den Eeprom speichern. Anschließend die Baugruppe ausschalten und die nächste Kalibrierung durchführen oder mit den DIP-Schaltern wieder die Temperaturumschaltung für das Lüfterrelais einstellen. Die maximale Spannung am Drainmesseingang darf 350 Volt betragen. Allerdings ist eine Überschreitung nicht so schlimm. Dieser Eingang hat einen Überspannungsschutz. Die Änderungsschritte sind sehr klein, deshalb kann es doch einige Zeit dauern bis die angezeigte Spannung stimmt.

3.3.4 Start des Temperaturtestlaufes

DIP1	DIP2	DIP3	DIP4	Funktion
ON	ON	ON	OFF	Temperaturtestlauf

Der Temperaturtestlauf wird mit den Temperatureckpunkten 55/50 Grad als Voreinstellung simuliert. Mit der Einstellung der DIP 1,2 und 3 auf „ON“ beginnt der Temperaturtestlauf beim Einschalten der PA. Jetzt PowerON und der Temperaturtestlauf beginnt. Der Temperaturfühler wird abgeschaltet und schrittweise der Temperaturbereich von 20 bis 80 Grad und wieder zurück durchfahren. Nun können wir die Funktion auf der LCD verfolgen und auch die Funktion der Relais testen. Man hört das Umschalten des Relais für den Lüfter und der PTT. Beenden kann man den Testlauf nur durch PowerOFF. In der Abbildung 3.12 Seite 17 sieht man den Beginn des Testlaufes und eine Überhitzung der PA ist in Abbildung 3.13 Seite 17 zu sehen.

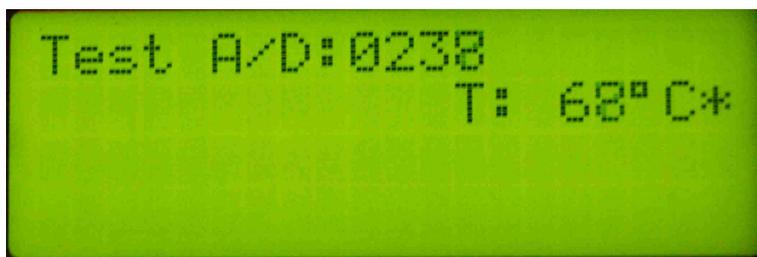


Abbildung 3.12: Beginn des Temperaturtestlauf mit 20 Grad

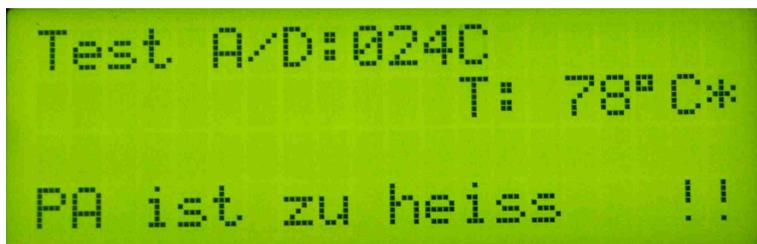


Abbildung 3.13: Temperaturtestlauf PA zu heiß !! wird simuliert.

3.3.5 SETUP SWR-Grenze und SWR-Erroranzahl

DIP1	DIP2	DIP3	DIP4	Funktion
OFF	OFF	OFF	ON	SETUP SWR-Grenze
ON	OFF	OFF	ON	SETUP SWR-Erroranzahl

Mit einem Messkopf am Ausgang der PA wird die Vorlaufspannung und Rücklaufspannung gemessen. Aus diesen Werten wird ständig das SWR errechnet und das Überschreiten des hier eingestellten Grenzwertes „SWR-Grenze“ kontrolliert. Eine Überschreitung dieses Wertes wird gezählt. Ist die nächste Messung wieder unterhalb der der Grenze beginnt die Zählung wieder bei 0. Liegt aber die Messung wieder über dieser Grenze wird weiter gezählt bis die „SWR-Erroranzahl“ überschritten ist. Das führt zur PTT-Abschaltung, die nur mit der „RESET-Taste“ zurückgestellt werden kann. Mit dem Erhöhen der „SWR-Erroranzahl“ kann das Auslösen der PTT-Sperre unempfindlicher eingestellt werden. Die maximale „SWR-Erroranzahl“ ist 10. Das Minimum der „SWR-Erroranzahl“ beträgt 1. Die „SWR-Grenze“ kann von 1,5 bis 3,5 eingestellt werden.



Abbildung 3.14: Hier sehen wir das externe Wattmeter im Ruhezustand.



Abbildung 3.15: Die Ansicht des externe Wattmeters beim Senden.

3.3.6 Externes Wattmeter mit SWR-Kontrolle

Diese Baugruppe kann separat als externes Wattmeter genutzt werden. Dafür habe ich 2 Schalterstellungen des DIP-Schalters vorgesehen.

DIP1	DIP2	DIP3	DIP4	Funktion
OFF	ON	OFF	ON	mit SWR-Kontrolle, PTT-Abschaltung
ON	ON	OFF	ON	ohne SWR-Kontrolle

Wird nur ein Wattmeter gebraucht entfallen die Steuerungen der Relais 50Ohm und Lüfter. Es wird auch keine Temperaturanzeige und Spannungsanzeige benötigt. Verzichten wird auch noch auf die SWR-Überwachung entfällt der Reset-Taster und die Error-LED. Das Display des externen Wattmeters hat folgendes Aussehen. Hier ein Bild mit der Anzeige im Ruhezustand 3.14 auf Seite 18. Und es folgt noch eine Abbildung 3.15 auf Seite 18, wo wir den Sendebetrieb sehen mit einer Sendeleistung größer 750 Watt.

3.3.7 Kalibrieren der Leistungsanzeige

Die Anzeige der Ausgangsleistung wurde bewusst nur als Spitzenwertanzeige ausgelegt. Somit ist die momentane Spitzenleistung am Display gut ablesbar. Eine Kalibrierung ist aber notwendig. Meine Leistungsanzeige „CN 801“ von Daiwa habe ich als Vergleichsmessinstrument verwendet. Das ist nicht besonders genau, aber besser als gar keine Vergleichsinstrument. Die einfachste Methode ist das Kalibrieren mit einer Gleichspannung. Legen wir am Stecker J2-PIN1

genau 7,0 Volt an kann man mit dem Einstellregler R18 etwa 510 Watt Vorlaufleistung einstellen. Das gleiche machen wird noch am Stecker J2-PIN3. Dort legen wird auch genau 7,0 Volt an und stellen mit dem Regler R26 auch die Rücklaufleistung auf etwa 510 Watt ein. Diese Kalibrierung reicht für unsere Zwecke aus. Wer es noch genauer will, kann mit einem genauen Leistungsmesser die LCD-Anzeige kalibrieren. Die Position der Einstellregler seht ihr auf dem Foto Absatz 2.3 auf Seite 5. Diese Spannung habe ich experimentell ermittelt. Der Eingangsspannungsteiler am Operationsverstärker bewirkt schon eine Belastung der Spitzenspannung. Normalerweise kann man die Spitzenspannung einer bestimmten Leistung entsprechend unseren eingesetzten Messkopfes mit der Formel

$$\text{Spannung} = \frac{\sqrt{\text{Leistung} * \text{Impedanz} * 2}}{30}$$

errechnen. Setzen wir die genannten 510 Watt ein kommen wir auf

$$7,527\text{Volt} = \frac{\sqrt{510\text{Watt} * 50\text{Ohm} * 2}}{30}$$

Das Ergebnis ist etwas höher als die 7,0 Volt, die ich für eine Anzeige von 510 Watt angegeben habe. Die Belastung der Spannung des Messkopfes mit der Eingangsimpedanz des Messverstärkers lässt die Spannung bei 510 Watt auf 7,0 Volt zusammenbrechen.

3.4 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@dark.de

☎ 037291-68873