

# Lüfterbaugruppe für LCD-Wattmeter 2, FW V1.02, HW 1.02

Andreas Lindenau DL4JAL

11. Oktober 2021

## Zusammenfassung

Baugruppe zur Steuerung der Lüfter

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Beschreibung der Baugruppe</b>	<b>2</b>
1.1	Die Funktionen der Bauelemente auf der Baugruppe . . . . .	2
1.1.1	Stecker für Temperaturfühler . . . . .	2
1.1.2	Stecker für Lüfter . . . . .	2
1.1.3	R23, Einstellregler für minimale Drehgeschwindigkeit der Lüfter . . . . .	3
1.1.4	R22, Einstellregler für Regelsteilheit der Lüfterreglung . .	3
1.1.5	7-Segment LED-Anzeige und der Minitaster . . . . .	3
1.1.6	2-poliger Tippschalter . . . . .	4
1.1.7	PIC18F25K22 bzw. PIC18F26K22 . . . . .	5
1.1.8	Mosfet BUZ11 . . . . .	5
1.1.9	EMI 1n . . . . .	5
1.2	Die Stecker auf der Baugruppe . . . . .	5
1.2.1	J2, J3, J5, J6, J7 Temperaturfühler . . . . .	5
1.2.2	J1, J9, J10 für Lüfter 12V . . . . .	5
1.2.3	J4, J8 RS232, Alarm, GND, +12Volt . . . . .	5
1.2.4	CON1 +12Volt . . . . .	6
1.3	Die Software der Baugruppe . . . . .	6
1.3.1	PowerON . . . . .	6
1.3.2	minimale Lüfter-Drehzahl . . . . .	6
1.3.3	Einstellen der Lüfter-Regelkennlinie . . . . .	6
1.3.4	Betriebszustand . . . . .	7
1.3.5	Datenverkehr auf der RS232, Infos auf der LED-Anzeige .	9
<b>2</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Kontaktdaten</b>	<b>9</b>

# 1 Beschreibung der Baugruppe

## 1.1 Die Funktionen der Bauelemente auf der Baugruppe

Die Lüfter-Baugruppe wird an die Hauptbaugruppe LCD-Wattmeter2 angeschlossen. Das ist notwendig für die Schutzschaltung der Hauptbaugruppe bei Überschreitung der Betriebstemperatur von 70°C.

Die Baugruppe kann aber auch selbstständig betrieben werden, obwohl das nicht so ideal ist.

### Die Funktionen im Überblick:

- Überwachung der Temperatur in der PA mit maximal 5 Temperatursensoren.
- Automatische Steuerung der Drehgeschwindigkeit der Lüfter je nach Temperatur der Messfühler. Maximal können 3 Lüfter angeschlossen werden.
- Alarm-Signalisierung an die Hauptbaugruppe (LCD-Anzeige) mit einer einpoligen Drahtverbindung bei Überschreitung der Temperatur von 70°C von einer Messstelle. Die Schutzschaltung auf der Hauptbaugruppe löst aus und schaltet das Senden der PA ab.
- Anzeige aller Informationen mit einer einstelligen 7-Segment LED Anzeige. Gedacht für den Service, da sich die Anzeige direkt auf der Platine befindet. Der Taster auf der Platine ist auch für den Service gedacht (Abfrage von Informationen).
- Mit der Hauptbaugruppe (LCD-Anzeige) ab HW-Version 2.07 werden alle Informationen per RS232 übermittelt. Das wären: die Temperatur aller Messfühler und die momentane PWM-Aussteuerung in Prozent. Die Werte der Übertragung sind auf der Hauptbaugruppe (mit LCD-Anzeige) in Zeile 3 zu sehen.
- Es könne bis zu 4 Lüfterbaugruppen kaskadiert, angeschlossen werden.

Ich habe in meiner LDMOS-PA zwei Lüfter-Baugruppen angeschlossen. Eine Baugruppe ist für die Überwachung des Netzteiles, mit 2 Temperaturfühlern und 2 Lüfter, verantwortlich. Die zweite Baugruppe überwacht die PA mit 3 Messfühler und 3 Lüfter dienen der Kühlung.

### 1.1.1 Stecker für Temperaturfühler

Für die Temperaturmessung sind 5 Steckbuchsen vorgesehen. Es können also bis zu 5 Temperatursensoren angeschlossen werden. Bleibt eine Steckbuchse frei erkennt das die FW selbständig. Verwendet wird ein NTC Widerstand 15kOhm (Bestellnummer „NTC-0,2 15K“ bei Reichelt).

### 1.1.2 Stecker für Lüfter

Auf der Baugruppe sind 3 Steckbuchsen für maximal 3 Lüfter (12V) vorhanden. Die Geschwindigkeit der Lüfter wird per **Puls-Weiten-Modulation** mit einem PIC geregelt.

### 1.1.3 R23, Einstellregler für minimale Drehgeschwindigkeit der Lüfter

Mit dem Einstellregler auf der Baugruppe wird die minimale Drehzahl der Lüfter festgelegt. Die minimale Impulsbreite der PWM wird festgelegt. Der Regelbereich von R23 geht von 9% (linker Anschlag von R23) bis 39% (R23 rechter Anschlag). Eine Änderung von min. 2% wird in der 7-Segment-LED angezeigt.

### 1.1.4 R22, Einstellregler für Regelsteilheit der Lüfterregelung

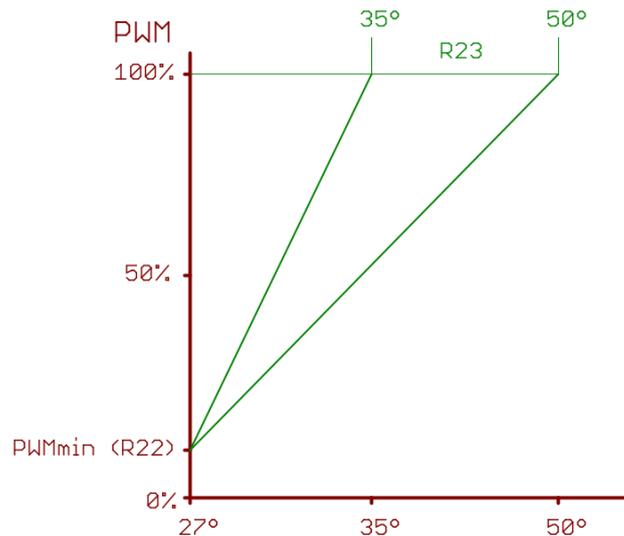
Mit dem Einstellregler auf der Baugruppe könne wir die Steilheit der Temperatur-Regelkurve beeinflussen. Die untere Temperatur der Kennlinie sind 27°C. Unterhalb von 27°C entspricht die PWM-Pulsbreite der Einstellung von R23.

Mit dem Regler R22 wird die obere Temperatur der Kennlinie für PWM 100% eingestellt. Je nach Bedarf kann eingestellt werden:

**R22 linker Anschlag** PWM-Regel-Kennlinie von 27 Grad (PWM-Minimum) bis 50 Grad (PWM-100%)

**R22 rechter Anschlag** PWM-Regel-Kennlinie von 27 Grad (PWM-Minimum) bis 35 Grad (PWM-100%)

R22 am rechten Anschlag bewirkt also, das der Lüfter bei 35 Grad schon die volle Drehzahl hat. Jede Veränderung von min. 2 Grad wird in der 7-Segment-LED sofort als Information angezeigt.



Mit einer Grafik ist die Temperatur-Regelkurve verständlicher. Die linke grüne Kurve wirkt, wenn R22 am linken Anschlag ist. Die rechte Kurve steigt allmählicher an und ist erst bei 50°C auf PWM=100%. R22 ist am rechten Anschlag.

### 1.1.5 7-Segment LED-Anzeige und der Minitaster

Wie schon erwähnt ist die Anzeige und der Taster nur für Servicezwecke. LED-Anzeige zeigt im Ruhezustand der Baugruppe den Datenverkehr der RS232-Schnittstelle an. Ein Byte wird empfangen blinkt der Dezimalpunkt kurz auf.

Wird ein Datenpaket gesendet, leuchtet ganz kurz der untere Strich. Vor dem ersten Byte wird der Strich eingeschaltet und nach dem letzten Byte wieder ausgeschaltet. Gesendet wird das Datenpaket an die Hauptbaugruppe, wenn das empfangene Byte mit der Einstellung des Tippschalters übereinstimmt.

Auf der Platine befindet sich ein Taster mit dem man verschiedene Service-Infos abfragen kann. Halten wir die Taste gedrückt, kommen der Reihe nach die Zahlen 0. bis 6.. Hinter jeder Ziffer verbirgt sich eine Abfragefunktion. Während die Ziffer erscheint muss man die Taste loslassen.

- 0. Abbruch
- 1. Anzeige der momentanen PWM in Prozent 0 bis 100%
- 2. Anzeige Tmax: Die höchste Temperatur der 5 Sensoren
- 3. Anzeige aller Temperaturen:
  - 0. Anzeige Temperatur max
  - 1. Anzeige Temperatur Sensor 1 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
  - 2. Anzeige Temperatur Sensor 2 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
  - 3. Anzeige Temperatur Sensor 3 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
  - 4. Anzeige Temperatur Sensor 4 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
  - 5. Anzeige Temperatur Sensor 5 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
- 4. Anzeige HW-Nummer
- 5. Anzeige der R22 Einstellung in Temperatur max. entspricht PWM=100%, Lüfter volle Drehzahl.

#### 1.1.6 2-poliger Tippschalter

Für die Einstellung der HW-Nummer dient der Tippschalter. Es können bis zu 4 Lüfterbaugruppen an die Hauptplatine angeschlossen werden.

**Wichtig!!!!.** Werden mehrer Lüfterbaugruppen eingesetzt, müssen die Tippschalter unterschiedliche HW-Nummern Einstellungen haben.

- Beide OFF: HW-Nummer: 0
- 1 ON, 2 OFF: HW-Nummer: 1
- 1 OFF, 2 ON: HW-Nummer: 2
- 1 ON, 2 ON: HW-Nummer: 3

Ist nur eine Lüfterbaugruppe angeschlossen werden beide Tippschalter geöffnet.

### **1.1.7 PIC18F25K22 bzw. PIC18F26K22**

Ich verwende PICs der Firma „Microchip“. Der PIC18F25K22 ist preiswerter als die Vorgängertypen. Auf der Hauptbaugruppe kommt auch eine neuer PIC18F45K22 zum Einsatz.

### **1.1.8 Mosfet BUZ11**

Der BUZ11 verstärkt die PWM Impulse, so dass die 3 Lüfter betrieben werden können. Es wird keine Kühlung benötigt, da der Mosfet überdimensioniert ist. Es kann auch ein anderer Typ verwendet werden. Ich hatte diesen Typ BUZ11 vorrätig.

### **1.1.9 EMI 1n**

Alle Leitungen die in HF-Bereiche der PA führen haben ein EMI Bauelementen um die HF zu blocken. Der PIC reagiert auf Fremdsignale empfindlich.

Ersatzweise kann auf der Temperaturfühler-Seite ein Drahtbrücke eingelegt werden. Zusätzlich ist aber noch 100nF (SMD 0805) gegen GND nötig.

Für die 3 EMI 1, 2 und 8 wird ein Widerstand 100 Ohm eingelötet und auf der PIC-Seite ein Kondensator von 1nF (SMD 0805).

Es gibt auch SMD-Varianten. Diese werde ich demnächst testen.

## **1.2 Die Stecker auf der Baugruppe**

### **1.2.1 J2, J3, J5, J6, J7 Temperaturfühler**

An diese Stecker werden die „NTC-0,2 15K“ angeschlossen. Die nicht benutzten Stecker werden einfach frei gelassen. Die Software erkennt das selbständig und markiert diese Anschlüsse als unbenutzt.

### **1.2.2 J1, J9, J10 für Lüfter 12V**

Hier werden die Lüfter angeschlossen. Bis zur 3 Stück sind anschließbar. Die Mindestdrehzahl stellen wir mit dem Einstellregler R22 10kOhm ein.

1. + Pol

2. - Pol

### **1.2.3 J4, J8 RS232, Alarm, GND, +12Volt**

Die Steckerbuchsen dienen einmal zur Datenverbindung mit der Hauptbaugruppe und zum Weiterschleifen der Datenverbindung zu einer weiteren Baugruppe. Die Betriebsspannung wird auch zugeführt (Neu ab HW V1.01). Con1 bleibt dadurch frei.

Stecker	Stecker LCD	Funktion/Beschreibung
J8/J4 Pin1	J12 Pin3	RS232 RX -- > verbunden mit LCD-BG RS232 TX
J8/J4 Pin2	J12 Pin2	RS232 GND -- > verbunden mit LCD-BG RS232 GND
	J11 Pin5	GND -- > verbunden mit LCD-BG GND
J8/J4 Pin3	J12 Pin1	RS232 TX -- > verbunden mit LCD-BG RS232 RX
J8/J4 Pin4	J11 Pin3	Alarm -- > verbunden mit LCD-BG Port RB0
J8/J4 Pin5	J11 Pin4	12Volt -- > verbunden mit LCD-BG 12Volt

#### 1.2.4 CON1 +12Volt

Bleibt frei ab HW V1.01. Hier liegen aber weiterhin die +12V Betriebsspannung an. Die Betriebsspannung wird jetzt mit über J4 oder J8 zugeführt.

### 1.3 Die Software der Baugruppe

Ohne einen kleinen Mikroprozessor geht es nicht. Ich verwende einen neueren Typ, den PIC18F25K22 der bei Reichelt für einen günstigen Preis erhältlich ist. Der PIC18F26K22 ist ebenso verwendbar.

Die Software wurde in Assembler geschrieben.

#### 1.3.1 PowerON

Es laufen folgende Funktionen ab:

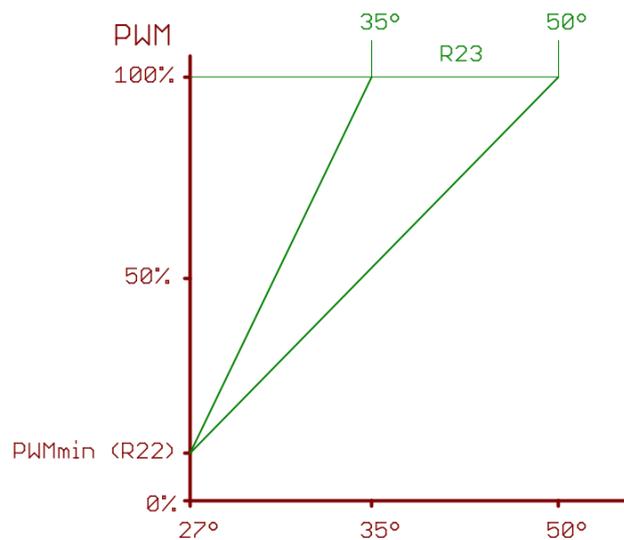
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird der PIC Initialisiert die 3 Querbalken der LED leuchten kurz auf
- die PWM wird für 2 Sekunden voll durch gesteuert und die Lüfter laufen in dieser Zeit mit voller Drehzahl. Die Lüfter laufen auf alle Fälle an und werden anschließend erst auf die minimale Drehzahl angesteuert.

#### 1.3.2 minimale Lüfter-Drehzahl

Als erstes müssen wird die minimale Drehzahl der Lüfter einstellen. Dazu ist der Einstellregler R23 auf der Platine. Der Einstellregler R23 überstreicht sinnvoller Weise den Bereich von 9% PWM (linker Anschlag) bis 39% PWM (rechter Anschlag). Das müsste als Bereich der minimalen Drehgeschwindigkeit der Lüfter ausreichend sein.

#### 1.3.3 Einstellen der Lüfter-Regelkennlinie

Der Einstellregler R22 wird anfangs auf linken Anschlag gestellt (Regelkennlinie von 27 Grad bis 50 Grad). Die Kennlinie kann aber angepasst werden und noch steiler eingestellt werden. Hier noch einmal die Grafik dazu:



#### 1.3.4 Betriebszustand

Im Betriebszustand werden in einer ständig wiederholenden Schleife folgende Funktionen abgearbeitet.

- Am Einstellregler R23 wird die Spannung gemessen und die minimale PWM-Einstellung berechnet.
- Am Einstellregler R22 wird die Spannung gemessen und die maximale Temperatur der Regelkennlinie festgelegt.
- Alle 5 Temperatursensoren abfragen und Temperatur berechnen.
- Maximale Temperatur anhand der 5 Sensoren feststellen.
- **Die max. Temperatur ist > 70°C -- > die Alarmleitung geht von HIGH auf LOW.**



Abbildung 1: Links sehen wir die LCD auf der Hauptbaugruppe bei Temperaturüberschreitung eines Sensors der Baugruppe. Rechts ist die Meldeleitung wieder OK und die Schutzschaltung kann zurück gesetzt werden.

Das HIGH kommt vom PullUp-Widerstand auf LCD-Baugruppe an PORTB,0. Im HIGH-Zustand ist die Alarmleitung hochohmig, so das weitere Lüfterbaugruppen ebenfalls die Alarmleitung auf LOW schalten können. Ein LOW löst auf der LCD-Baugruppe die Schutzschaltung aus. In der LCD der Hauptbaugruppe steht: Siehe Abbildung 1.

Sobald die Temperatur wieder unter 70°C sinkt wird die Alarmleitung hochohmig und geht wieder auf HIGH.

Erst jetzt ist „Hand-RESET“ auf der Hauptbaugruppe möglich. Die PA geht wieder in den Normalbetrieb.

- Temperatur < 70°C: Entsprechend der Temperatur die PWM berechnen. Grundlage der Berechnung ist:
  - Temperatur < 27°C -- > minimale PWM-Einstellung, entsprechend Einstellregler R23
  - Temperatur zwischen > (35°C und 50°C) -- > maximale PWM-Einstellung 100%, entsprechend Einstellregler R22.
  - Zwischen 27°C und 35°C/50°C wird für den PWM-Wert mathematisch Interpoliert.
    - \* 27°C entspricht der minimale PWM-Einstellung, entsprechend Einstellregler
    - \* 50°C entspricht 100% der PWM-Einstellung.
    - \* Beispiel: min. PWM = 12%, gemessene max. Temp. = 35°C, durch Interpolieren wird die PWM mit 43% berechnet und eingestellt.
- Als nächstes wird geprüft ob die Taste gedrückt ist.

**Wenn JA:** es werden der Reihe nach die Zahlen „0.“ bis „6.“ angezeigt:

- 0. Abbruch
  - 1. Anzeige der PWM in Prozent 0 bis 100%
  - 2. Anzeige Tmax: Höchste Temperatur aller 5 Sensoren
  - 3. Anzeige aller Temperaturen:
    - \* Anzeige Temperatur max
    - \* Anzeige Temperatur Sensor 1 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
    - \* Anzeige Temperatur Sensor 2 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
    - \* Anzeige Temperatur Sensor 3 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
    - \* Anzeige Temperatur Sensor 4 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
    - \* Anzeige Temperatur Sensor 5 „-“ bedeutet der Sensor ist nicht angeschlossen.
  - 4. Anzeige HW-Nummer. Je nach Einstellung der Tippschalter.
  - 5. Anzeige Temperatur max. (Einstellung von R22).
  - 6. Test der LED-7-Segment 0 bis 0xF Hexadezimal.
- Als nächstes wird geprüft ob im RS232-RX-Buffer ein Zeichen empfangen wurde.

**Wenn JA:** Stimmt die HW-Nummer mit dem RX-Byte überein, werden folgende Daten gesendet:

- 1 Byte HW-Nr
- 1 Byte PWM in Prozent
- 1 Byte Temperatur Sensor 1
- 1 Byte Temperatur Sensor 2
- 1 Byte Temperatur Sensor 3
- 1 Byte Temperatur Sensor 4
- 1 Byte Temperatur Sensor 5

### 1.3.5 Datenverkehr auf der RS232, Infos auf der LED-Anzeige

Wird ein Byte von der LCD-Baugruppe empfangen, blinkt der Punkt auf der LED-Anzeige. Dadurch hat man eine optische Kontrolle ob Daten empfangen werden. Das Senden von Daten sehen wir durch ganz kurzen Aufleuchten des unteren Querbalkens der LED-Anzeige. Daten werden gesendet, wenn das empfangene Byte mit der HW-Nummer überein stimmt. Siehe vorherigen Abschnitt. Sind mehrere Lüfterbaugruppen an die Hauptplatine angeschlossen entkoppelt die Diode „D2“ die RS232 TX Leitungen. Die Signale würden sonst kollidieren. Auf der Hauptbaugruppe ist an der RX-Leitung ein PullUp Widerstand, der den Pegel auf „High“ hält, damit das Ganze auch funktioniert.

## 2 Schlusswort

Diese Projekt ist ein reines Amateurprojekt und darf nur mit meiner Zustimmung kommerziell genutzt werden. Alle Rechte sind bei Andreas Lindenau (DL4JAL).

## 3 Kontaktdaten

Abschließend noch meine Kontaktdaten:

✉ dl4jal@t-online.de

🌐 www.dl4jal.de

✍

Andreas Lindenau  
Loheweg 5 OT Schellenberg  
**09573 Leubsdorf**