

Elektronische Last

Peter Leitner

Wer ein Netzteil besitzt aber dessen elektrische Daten nicht kennt, oder genauer überprüfen möchte, bei dem sollte eine Elektronische Last zum Messgerätepark gehören. Im folgenden Bericht wird ein solches Gerät (*Abb. 5*) vorgestellt. Als Eigenbau Projekt ideal geeignet, weil einfach und ohne Spezialbauteile herzustellen.

Die Gehäusegröße wird von der abzuführenden Verlustleistung und damit in erster Linie vom verwendeten Kühlkörper bestimmt. In diesem Fall sollte ein Gerät entstehen das in einem kleinen Gehäuse Platz findet und als so genanntes „Handheld“ mit externer Stromversorgung betrieben wird. Die Elektrischen Daten wurden so gewählt, dass die meisten Steckernetzteile damit überprüft werden können.

Als Zusatzfunktion können Akkumulatoren bis zu deren Entlade Schlussspannung mit der stufenlos einstellbaren Abschaltswellspannung entladen werden.

Folgende technische Daten wurden verwirklicht:

- Verlustleistung 30 W
- Versorgungsspannung 12 - 15 V DC / 200 mA
- Last Spannung 0 - 18 V
- Last Strom 0 - 2 A
- Betriebsarten: konstante Stromsenke
konstanter ohmscher Widerstand
Impulsbetrieb 10Hz – 1kHz
externer Impulsbetrieb mit TTL Pegel (PWM)
- Anzeige: LCD 3 ½ stellig
Laststrom
Lastspannung
Kühlkörpertemperatur
Schwellspannung
Frequenz
- Eingänge: BNC 1, TTL Impuls
2x 2mm Buchsen
Buchse für Versorgungsspannung
- Ausgänge: BNC 2, Interner Impuls, Lastspannung
- Einstellbare Abschaltswellspannung
- Auto- Abschaltung der Endstufe bei max. Last Spannung
- Auto- Abschaltung der Endstufe bei max. Kühlkörpertemperatur
- Optionales Wechselspannungs - Board
- Abmessungen: 145x92x54 mm (L*B*H)
- Gewicht 455g

Bedienung und Funktion

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Externes Netzgerät das mindestens 200 mA Strom liefern kann. Auf *Abb. 5* sind die Bedienelemente samt Beschriftung zu sehen. Der Drehschalter für die am Display darstellbaren Werte, die stufenlos einstellbaren Regler für den Laststrom, der Schwellspannung und der Frequenz.

Zentral befinden sich drei Kippschalter. Der linke schaltet das intern erzeugte Rechtecksignal oder die Lastspannung an die BNC Buchse 2, zur Analyse an einem Oszilloskop. Der mittlere Schalter bestimmt ob das Interne oder ein externes Signal für den Pulsbetrieb verwendet wird, der rechte Schalter ob das Gerät als Stromsenke oder ohmscher Widerstand arbeiten soll.

Drei LED zeigen an, wenn die Lastspannung überschritten, (V - Max) die Schwellspannung unterschritten, (V - Min) oder die zulässige Kühlkörper Temperatur ($^{\circ}\text{C}$ - Max) erreicht worden ist. In allen Fällen wird die Endstufe abgeschaltet.

Mit dem Wechselspannungs-Board (Abb.3) besteht noch die Möglichkeit Netzgeräte mit Wechselspannungsausgang zu testen. Die Verbindungen sind extern herzustellen. Zum Experimentieren können noch Siebkondensatoren aufgesteckt werden. Beachtet werden soll, dass das Messergebnis um die doppelte Flussspannung der Gleichrichterioden korrigiert werden muss.

Im folgenden Beispiel eine Messung als konstante Stromsenke:

Den Drehschalter und alle Regler an den Linken Anschlag, Kippschalter „I / R“ auf „I“ und „intern - off - extern“ auf „off“ stellen.

Sobald die Versorgungsspannung am Gerät anliegt, wird die Temperaturgesteuerte Lüfterregelung aktiviert. Mit Betätigung des Powerschalters ist die Elektronische Last Betriebsbereit. Das Display und die gelbe LED „V - Min“ leuchten.

Den Prüfling mit den beiden 2 mm Buchsen (Polung beachten) an der Stirnseite verbinden. Den Prüfling mit Spannung versorgen, - gelbe LED erlischt. Leuchtet die rote LED „V - Max“ auf, liegt die Lastspannung oberhalb +18 V.

Drehschalter auf „U – Last“ und die Lastspannung ablesen.

Will man den Prüfling testen bis zu welcher Stromabnahme eine benötigte Spannung stabil bleibt, oder auf einen minimalen Wert absinken darf, kann mit dem Regler

„Schwellspannung“ dieser Wert eingestellt werden. Drehschalter auf „U – Min“ und Schwellspannung einstellen. Wird dieser Wert unterschritten wird die Endstufe abgeschaltet und die gelbe LED „V – Min“ leuchtet auf. Drehschalter auf „I – Last“ und mit Regler „Laststrom“ den gewünschten Strom einstellen.

Um das Regelverhalten oder die Elektrischen Daten des Prüflings abschätzen zu können, wird der Laststrom in kleinen Schritten erhöht, und die Werte für Strom und Spannung in ein Diagramm eingetragen, wie auf Abb.9 dargestellt ist.

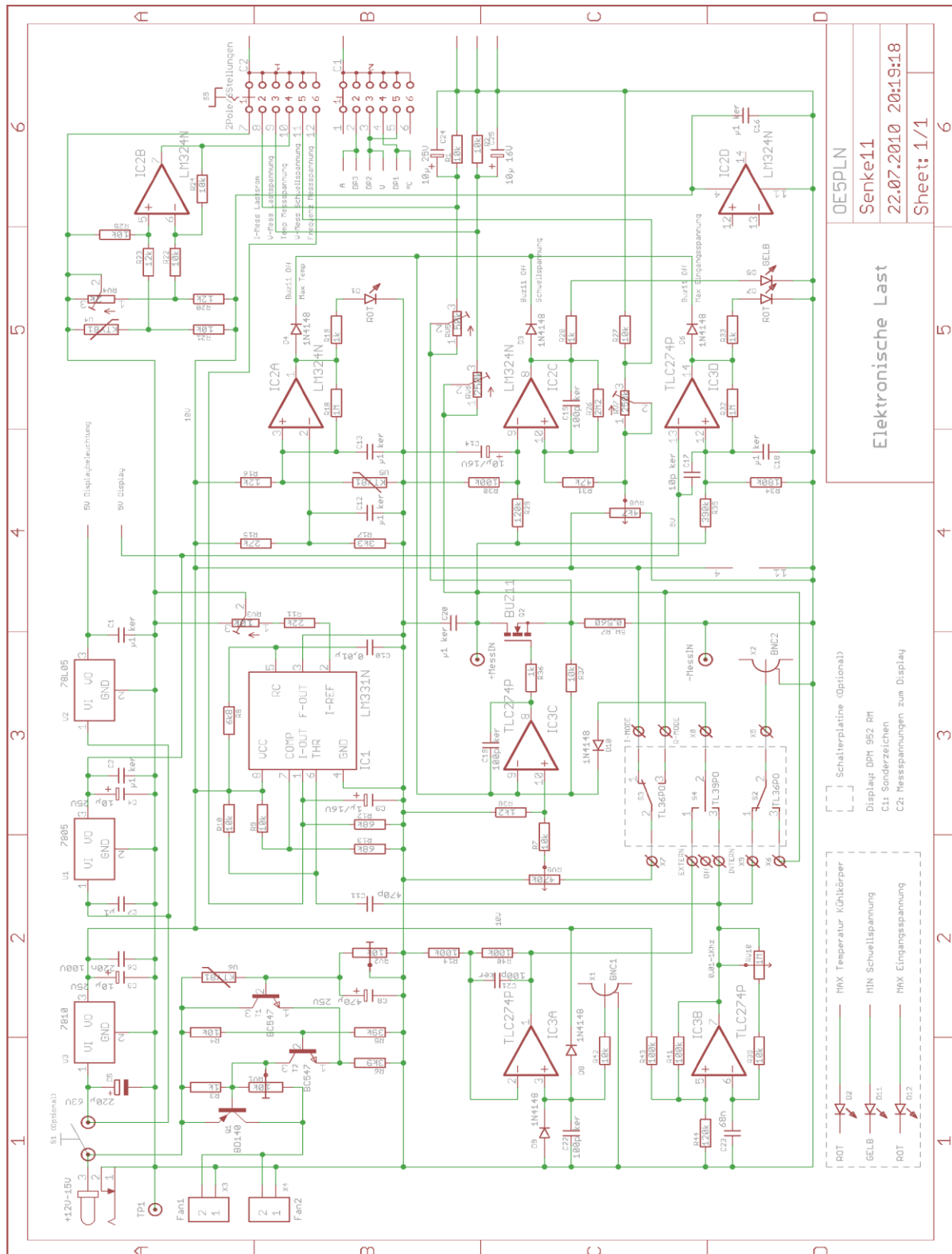
Elektronischer Aufbau

Abb. 1 zeigt den Stromlaufplan. Der gesamte Aufbau erfolgt Analog und ausschließlich mit bedrahteten Bauteilen. Um die Messgenauigkeit zu erhöhen sind Widerstände mit geringer Toleranz zu verwenden.

Die Versorgungsspannung wird direkt der Temperaturgeregelten Lüftersteuerung zugeführt, das verhindert Spannungsschwankungen in der Anlaufphase, und sorgt nach Abschalten des Gerätes das Restwärme des Kühlkörpers abgeführt wird.

Drei Spannungsregler sorgen für die notwendigen Betriebsspannungen. IC 1 ist ein V-F Konverter der ein Moduliertes Signal in eine lineare Spannung umwandelt. Der Komparator mit Hysterese IC 2 A schaltet bei Übertemperatur die Endstufe ab. IC 2 B als Differenzverstärker erzeugt die Messspannung für die Temperaturanzeige. Der Komparator mit Hysterese IC 2 C schaltet bei Unterschreitung der eingestellten Schwellspannung die Endstufe ab. Der nicht invertierende Verstärker IC 3 A ermöglicht das Einspeisen eines externen Modulationssignals. D 8 und D 9 dienen dabei als Überspannungsschutz.

IC 3 B mit Zusatzbeschaltung bildet einen Multivibrator zum Erzeugen der internen Rechteckspannung. Der als Regler arbeitende IC 3 C steuert je nach „Ist“ und „Sollwert“ das Gate der Leistungsendstufe. Über +18 V Lastspannung schaltet IC 3 D die Endstufe ab.



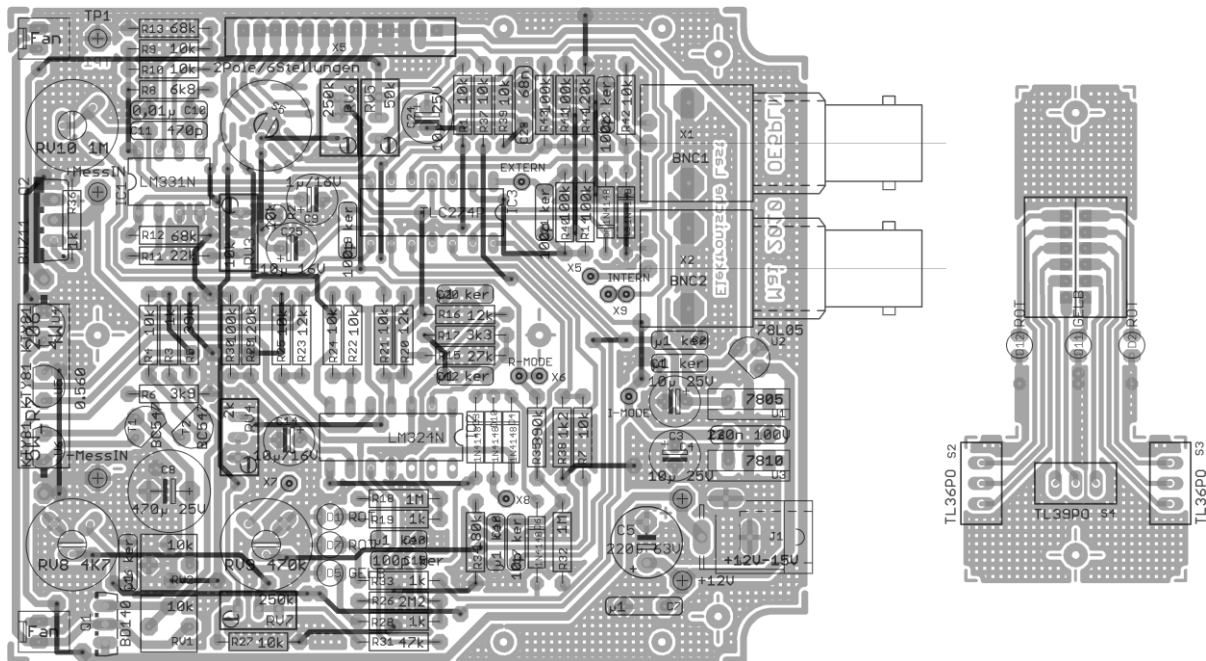


Abb.2: Layout Stromsenke mit Schalterplatine, (nicht maßstäblich)

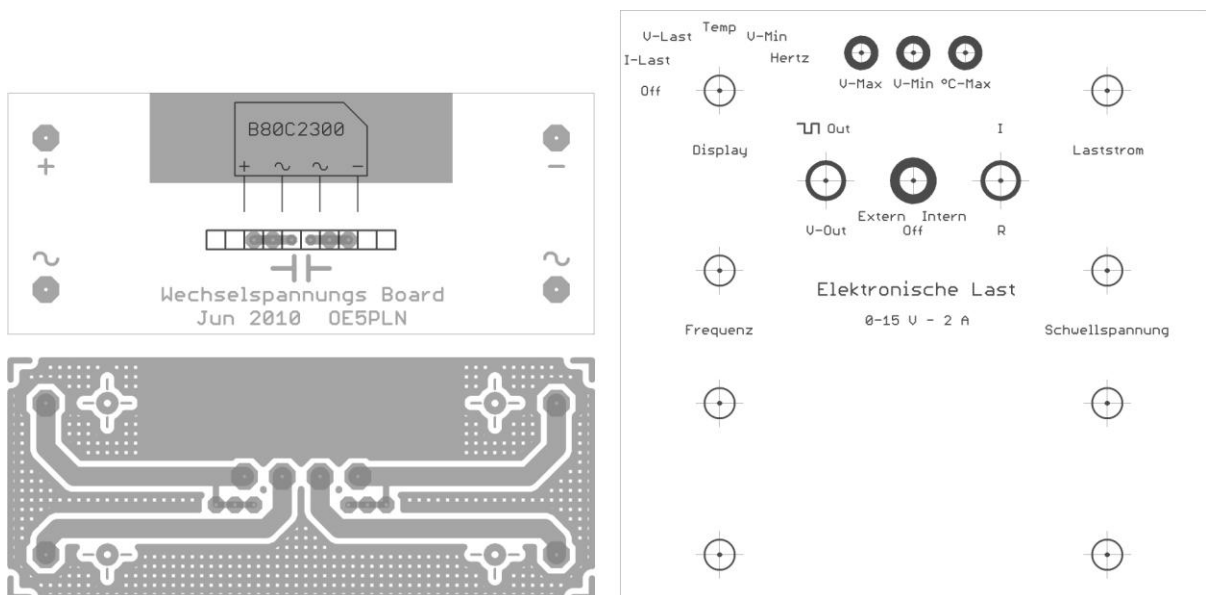


Abb.3: Layout Wechselspannungs-Board, Beschriftungsvorlage (nicht maßstäblich)

Material und Mechanischer Aufbau

Mit Ausnahme des Wechselspannungs- Board wurde einseitig beschichtetes Basismaterial FR4 mit 35µm Cu Auflage von Bungard verwendet.

Aus Platzgründen sind alle Steckverbindungen im 2 mm Raster ausgeführt, zu finden sind sie auf Audioplattinen. Die Potentiometer sind bei [2] zu bekommen. Kippschalter, und Drehknöpfe vom Flohmarkt. Ebenso der Drehschalter, wer eine pralle Bastelkasse besitzt wird bei [3] fündig. Pultgehäuse gibt es bei [4].

Als Display [5] wurde ein 3 ½ stelliges LCD Modul, DPM 952 RM (Abb.6) verwendet welches Sonderzeichen für Strom, Spannung und Temperatur anzeigen kann.

Das Gehäuse (Abb.10) ist aus PVC gefertigt und gut zu bearbeiten. Das Batteriefach ist zu entfernen um Platz für den Kühlkörper zu schaffen.

Zur Beschriftung der Bedienelemente wurde eine Zeichnung angefertigt, (Abb:3) auf normales Papier gedruckt und mit Folie Laminieren. Die Folie gibt dem Papier eine gute Festigkeit und die Schrift ist auch bei kleinen Buchstaben gut zu lesen. Zum Stanzen der Löcher ist eine Lochzange zum Einsatz gekommen, wie sie für Ledergürtel verwendet wird. Besondere Aufmerksamkeit kommt dem Kühlkörper zu. Alte Computer sind eine ideale Fundgrube. Abb. 7 zeigt das Ausgangsprodukt, Abb.8 nach dem Zuschnitt. Um solche Kühlkörper bearbeiten zu können sind die Zwischenräume durch passende Bleche zu ergänzen, wie in Abb. 8 zu sehen ist. Aus den beiden Teilen von Abb. 8 ergibt sich ein geschlossener Luftkanal. Mit einer Größe von 60x34x25 mm und einer errechneten Kühlfläche von 410 cm² ist er in der Lage 30 W Verlustleistung von der Endstufe an die Luft zu übertragen, ohne die Temperaturbegrenzung auszulösen. Zwei aufgeschraubte Axiallüfter mit 25x25x10 mm, und einer Luftleistung von 3,4 m³/h bei 94 Pa vollbringen dieses Kunststück. Einige Versuchsreihen waren nötig um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Abb. 4 zeigt den Vergleich: ohne mechanische Lüftung, - jeweils einem Lüfter auf der Druck- oder Saugseite, – und im Normal Betrieb.

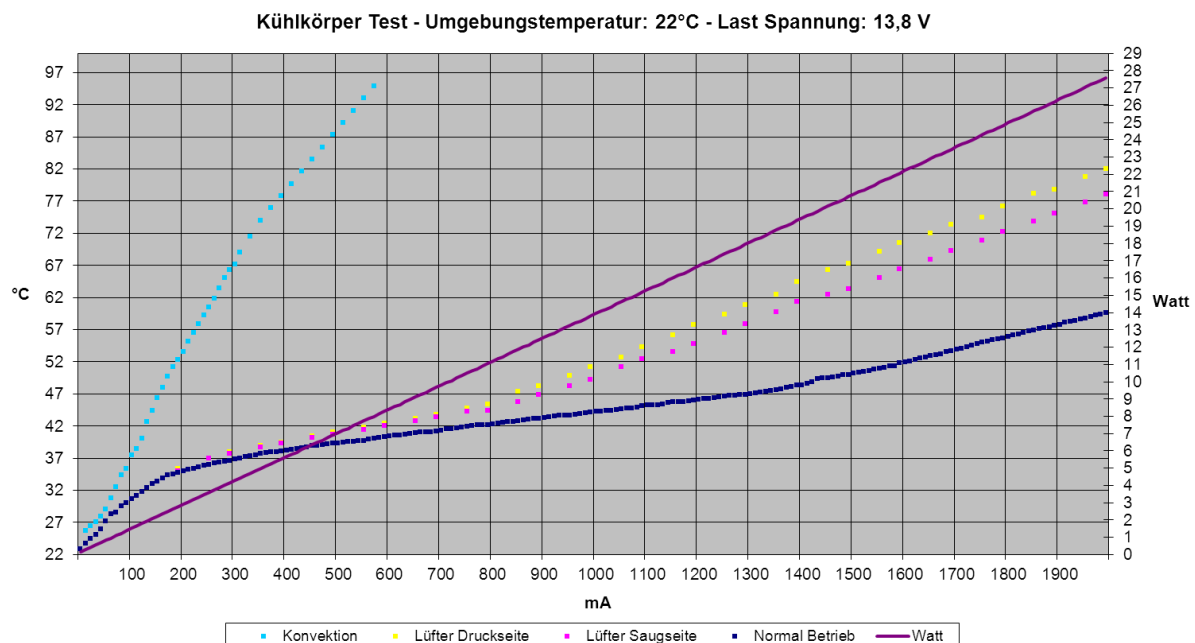


Abb. 4: z.B.: Laststrom 800 mA, Kühlkörper Temperatur 42 °C, 11,1 Watt Kühlleistung

Abgleich

Als Messgeräte sollten ein regelbares Netzgerät mit Digitalanzeige für Strom und Spannung, ein Multimeter mit Frequenzzähler, ein Thermometer, und ein Steckernetzteil mit +12 bis 15 V als Spannungsversorgung zur Verfügung stehen.

Das LCD Modul ist sehr universell einsetzbar, daher ist es bei diesem Projekt zum Einsatz gekommen. Eine Anpassung für diese Anwendung ist unbedingt nötig. Beginnend mit der Wahl der Versorgungsspannung von +5 V. Die Lötbrücken LK1 LK2 LK3 LK4 und LK6. sind zu schließen. Anschließend sind die Lötbrücken der Sonderzeichen die nicht benötigt werden zu schließen. °C, A, und V sind über die Steckerleiste X5 mit dem Drehschalter verbunden.

Um den Spannungsteiler beim Messeingang zu konfigurieren, ist der 0 Ω Widerstand für RA durch einen 820 K Ω zu ersetzen. Bei RB einen 220 K Ω einzulöten.

Vor der Ersten Inbetriebnahme: Netzschalter ausschalten, alle Regler auf Linksanschlag, Drehschalter auf Off, Schalterstellung wie auf Abb. 5 zu sehen, alle Trimmer in Mittenstellung bringen.

Wird die Spannungsversorgung angeschlossen, drehen die Lüfter kurz mit höchster Drehzahl bevor die Lüfterregelung abregelt. Mit RV1 die Minimaldrehzahl einstellen. RV 2 legt die Temperatur fest bei der die Drehzahl ansteigen soll.

Die Elektronik bekommt ihre Spannung erst wenn der Netzschalter betätigt wird. Jetzt sollte im Display „000“ angezeigt werden, und die gelbe LED leuchten. Drehschalter auf „Temp“ stellen und mit RV 4 auf Umgebungstemperatur abgleichen. Frequenzmessgerät an BNC Buchse 2 anschließen, Drehschalter auf „Hertz“ stellen und mit RV 3 auf Frequenzmessgerät abgleichen.

Nächster Schritt ist der Anschluss an ein regelbares Netzgerät an die Eingangsbuchsen der Elektronischen Last. Ausgangsspannung z.B.: +12 V . Die gelbe LED leuchtet nicht mehr. Drehschalter auf „U-Last“ stellen und mit RV 6 auf +12 V abgleichen. Drehschalter auf „U - Min“ stellen und Regler „Schwellspannung“ so lange drehen bis die gelbe LED wieder leuchtet. Mit RV 7 auf +12V abgleichen.

Drehschalter auf „U-Last“ stellen und Regler „Laststrom“ drehen bis auf der Anzeige am Netzgerät z.B.: 0,5 A Ausgangsstrom angezeigt wird. Mit RV 5 auf diesen Wert abgleichen.

Die Endstufe wird abgeschaltet wenn:

Die Ausgangsspannung am Netzgerät über +18 V steigt. „U - Max“ leuchtet auf.

Die Kühlkörpertemperatur über 95 °C ansteigt. „°C - Max“ leuchtet auf.

Die eingestellte Schwellspannung unterschritten wird. „U - Min“ leuchtet auf.



Abb.5: Elektronische Last



Abb.6: Innenansicht

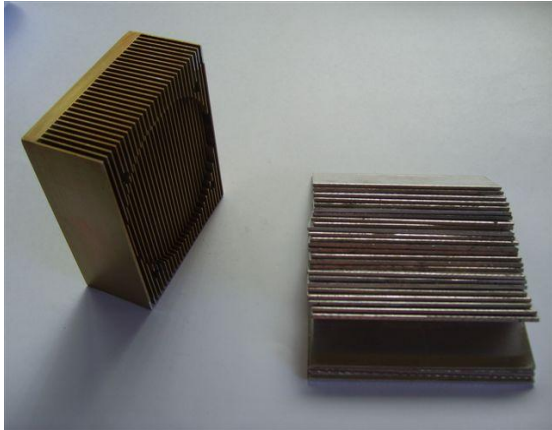


Abb.7+8: Der Kühlkörper vor und nach der Bearbeitung

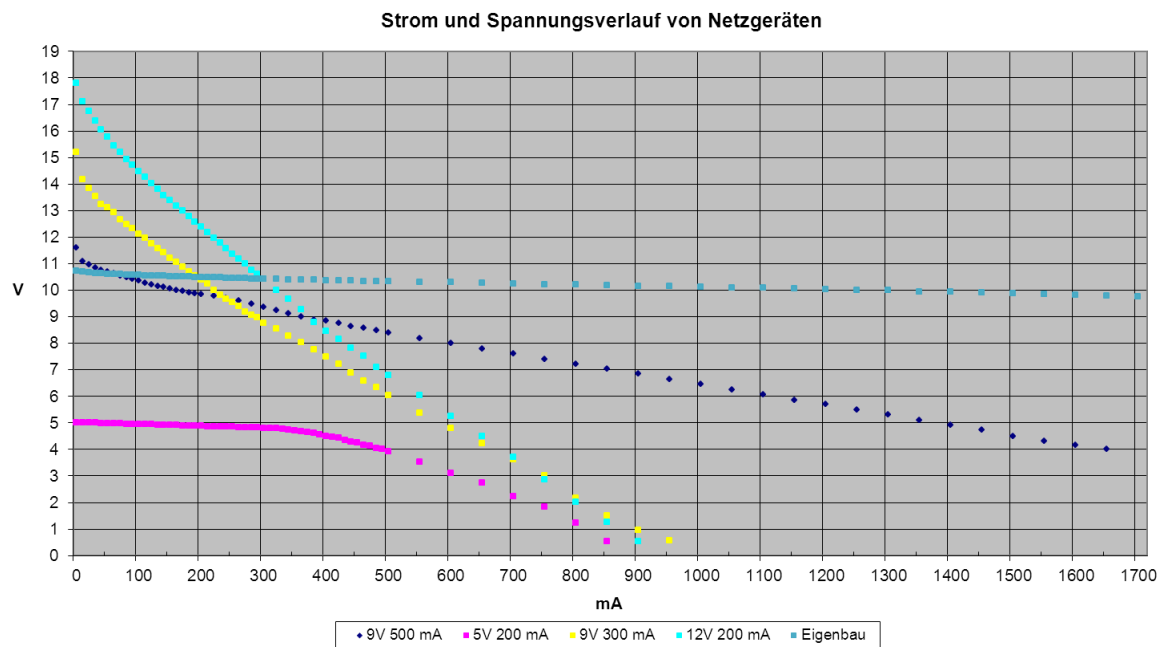


Abb.9: stabilisierte und nicht stabilisierte Netzgeräte in Vergleich



Abb.10: PVC Gehäuse fertig bearbeitet

Schlussbemerkungen

Eigentlich war es nur als Versuchschaltung für ein größeres Projekt gedacht. Erst nach Fertigstellung stellte sich heraus wie nützlich ein Gerät dieser Größe und mit diesen Leistungsdaten sein kann. Jedes greifbare Netzteil wird nun einem grünlischen Test unterzogen und aufgrund seiner Leistungsfähigkeit beurteilt. Es hat sich herausgestellt, dass der überwiegende Großteil der verwendeten Netzgeräte unter 2 A und +18 V arbeiten. Diese Werte wurden dann als Entwicklungsgrundlage herangezogen.

Beim Nachbau stellt sich immer wieder heraus, dass nicht alle Bauteile die nötig sind organisiert werden können. Ein Blick in die Bastelkiste kann hilfreich sein. Alternativ ist jedes beliebige Gehäuse geeignet, damit reduziert sich der Aufwand erheblich. Alle Schalter, Regler, Led und das Display können mit dem Gehäusedeckel verschraubt und mit der Platine verdrahtet werden. Die Schalter Platine entfällt dann.

Auf [5] werden alle Unterlagen für dieses Projekt zum Download bereitgestellt.

Peter OE5PLN

Verweise

- [1] <https://www.distrelec.at/ishopWebFront/home.do?language=de&shop=AT>
- [2] <http://www.conrad.at/ce/de/product/703164/MINIATUR-STUFENDREHSCHALTER>
- [3] <http://www.pbe-shop.de/shop/498.html>
- [4] <http://shop.cxtreme.de/>
- [5] <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/werkstatt/>