

Logarithmisches Amperemeter

Motivation

Bei der Arbeit mit dem Stell-Trenntrafo 500VA, stellte ich fest, dass das eingebaute Dreheisen Amperemeter im Grunde ziemlich nutzlos war. Der Anzeigebereich von 0.5A - 2.5A ist für die Arbeit mit Radios eigentlich unbrauchbar. Der Zeiger zeigte erst ab 400mA eine schwache Regung (Halbe Zeigerbreite). Für meinen Zweck nicht wirklich brauchbar. Ein Digitales Panelmeter DPM802-TW entsprach ebenfalls nicht. Schlechter Ablesewinkel des LCDs. Elektrische Trennung des Messkreises fraglich da die Leiterabstände sehr klein sind. Die heute erhältlichen Leistungsmesser scheiden aus, da keine galvanische Trennung des Messkreises zur Eigenversorgung gegeben ist und auch kein Betrieb unter 180V möglich.

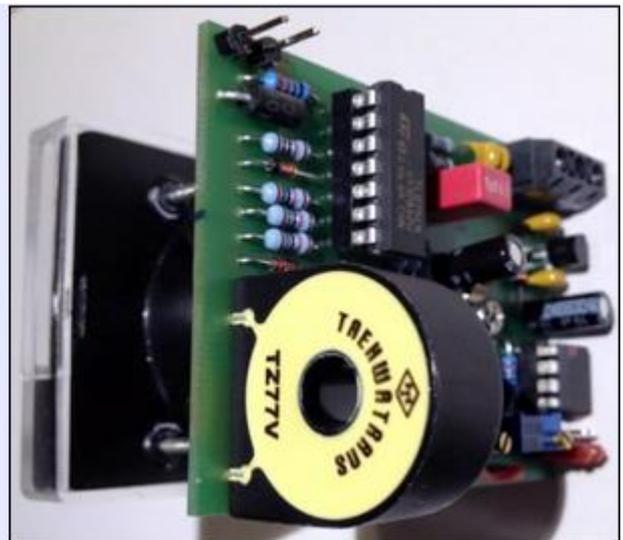
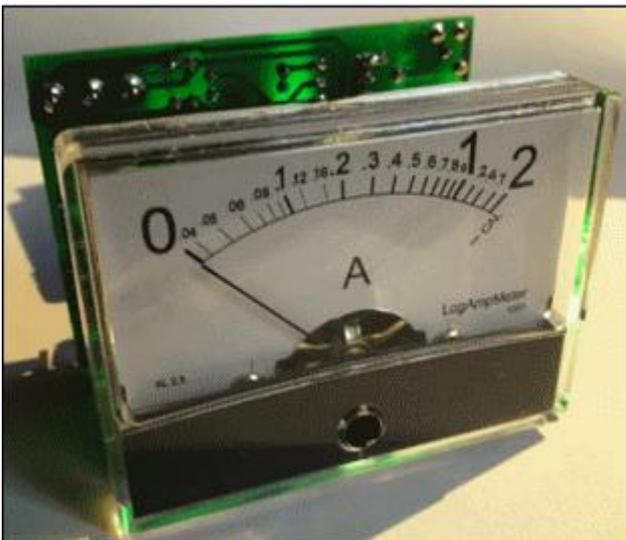
Das neue Amperemeter sollte wieder eine analoge Anzeige haben. Die Skala logarithmisch, damit auch kleine Ströme angezeigt werden können. Größe wie das alte Dreheiseninstrument im Format 60x45mm. Die absolute galvanische Trennung zwischen Mess-Elektronik und Mess-Stromkreis auf der Sekundärseite des Trenntrafos muss spezifiziert und gewährleistet sein. Am Markt ist so etwas nicht verfügbar, daher Selbstbau notwendig.

Zweck

Es soll den Ersatz für ein AC Dreheiseninstrument darstellen, mit dem Hauptaugenmerk Ströme kleiner 500mA anzuzeigen. Der Anzeigebereich ist 0.04 – 2A. Es soll am Testplatz immer verfügbar sein.

LogAmpMeter

ist der Projektname für das neue Logarithmische Amperemeter. Andere Namen: Logarithmic Amperemeter oder auch Logarithmic Ammeter.



Beschreibung

Aufgrund der Anforderung der galvanischen Trennung wird ein Stromwandler verwendet. Dadurch ist es auch möglich einen Anschluß für ein Oszilloskop zu realisieren.

Bei Conrad gibt es einen Stromwandler **TZ77**, welcher ca. 12.- Euro kostet.

Der zu messende Strom wird mittels doppelt isolierter 0,75m² Litze einmal durch den Wandler geführt. Der Wandler hat eine Prüfspannung von 2KV. Damit ist die Sicherheit der Isolationsgrenze in der Trenntrafo Einheit gewährleistet.

Das LogAmpMeter kann aber bei größeren Strömen über 2A auch als Zusatzgerät betrieben werden, es zeigt bis 2A an, für Werte darüber ist dann das bestehende große Instrument zuständig. (Handover Modus) Der Anzeigebereich geht von 40mA-2A. Da ich den Vollweggleichrichter schon mit gutem Erfolg verwendet habe, wird er auch hier wieder eingesetzt.

Die Logarithmus Funktion wird hier per Software realisiert, welche in einem kleinen Attiny45 läuft. Der Prozessor läuft mit dem internen Oszillator bei 1Mhz. Die Analogausgabe für das Messinstrument erfolgt als PWM Signal mit ca. 2Khz.

Software

im Attiny45: Analogeingang 0-5Volt digitalisieren --> 0-1023 (10bit) --> Logarithmieren --> und das Ergebnis im Bereich von 0-254 (8bit) als PWM Signal wieder analog an das Drehspulinstrument ausgeben. Die Software wurde mit der Gratisversion von Bascom realisiert.

Fuses für das Flashen des Attinys mit AVRStudio

```
SELFPRGEN = [ ]
RSTDISBL = [ ]
DWEN = [ ]
SPIEN = [X]
WDTON = [ ]
EESAVE = [ ]
BODLEVEL = 4V3
CKDIV8 = [X]
CKOUT = [ ]
SUT_CKSEL = INTRCOSC_8MHZ_6CK_14CK_64MS
```

```
EXTENDED = 0xFF (valid)
HIGH = 0xDC (valid)
LOW = 0x62 (valid)
```

Das Hexfile für das Projekt ist hier

<https://www.saintummers.at/bau/files/logamp/hexfile-logampmeter.zip>

Zu finden.

Dies ist nur Relevant für das selbstprogrammieren, da ansonsten die CPU fertig programmiert und getestet von mir bezogen werden kann.

Oszilloskop Ausgang

Durch die Netztrennung ist der Scope Ausgang möglich. Bei Aufbau in einem Trenntrafo habe ich die BNC Buchse isoliert vom Gehäuse (Schutzerde) eingebaut.

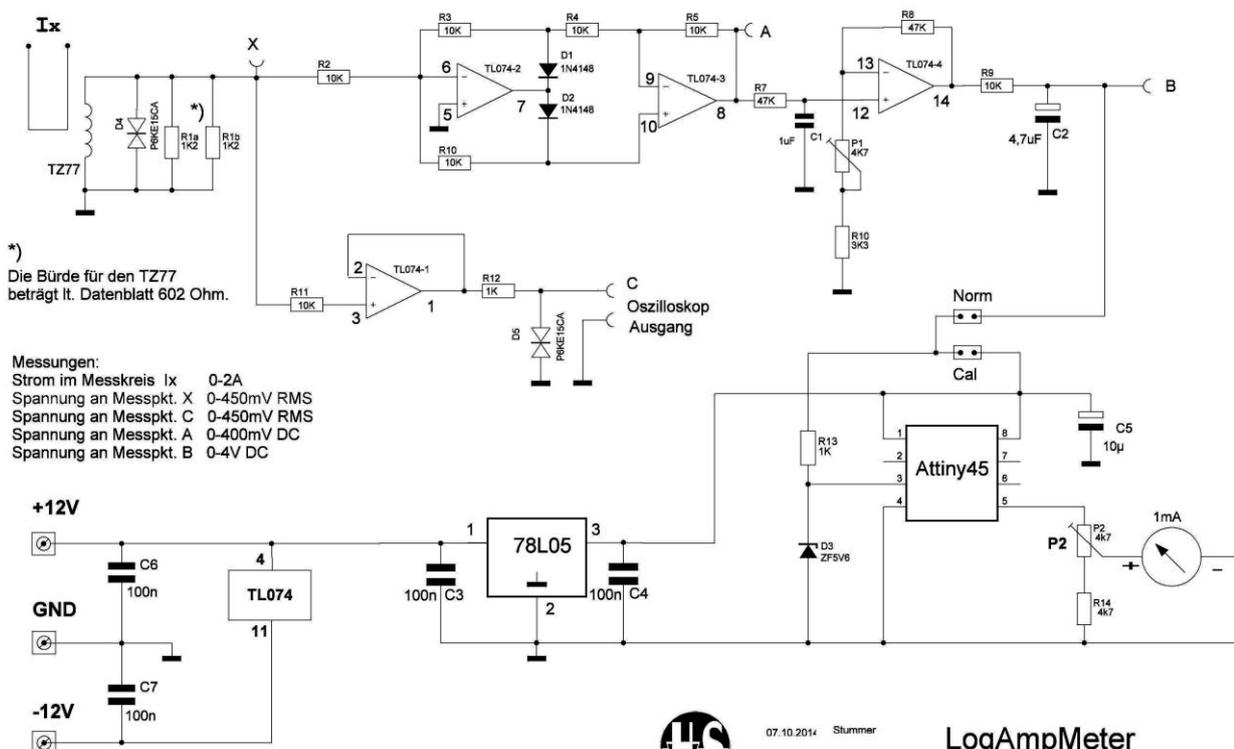


Oszibild mit Glühlampe an Phasenanschnittsteuerung



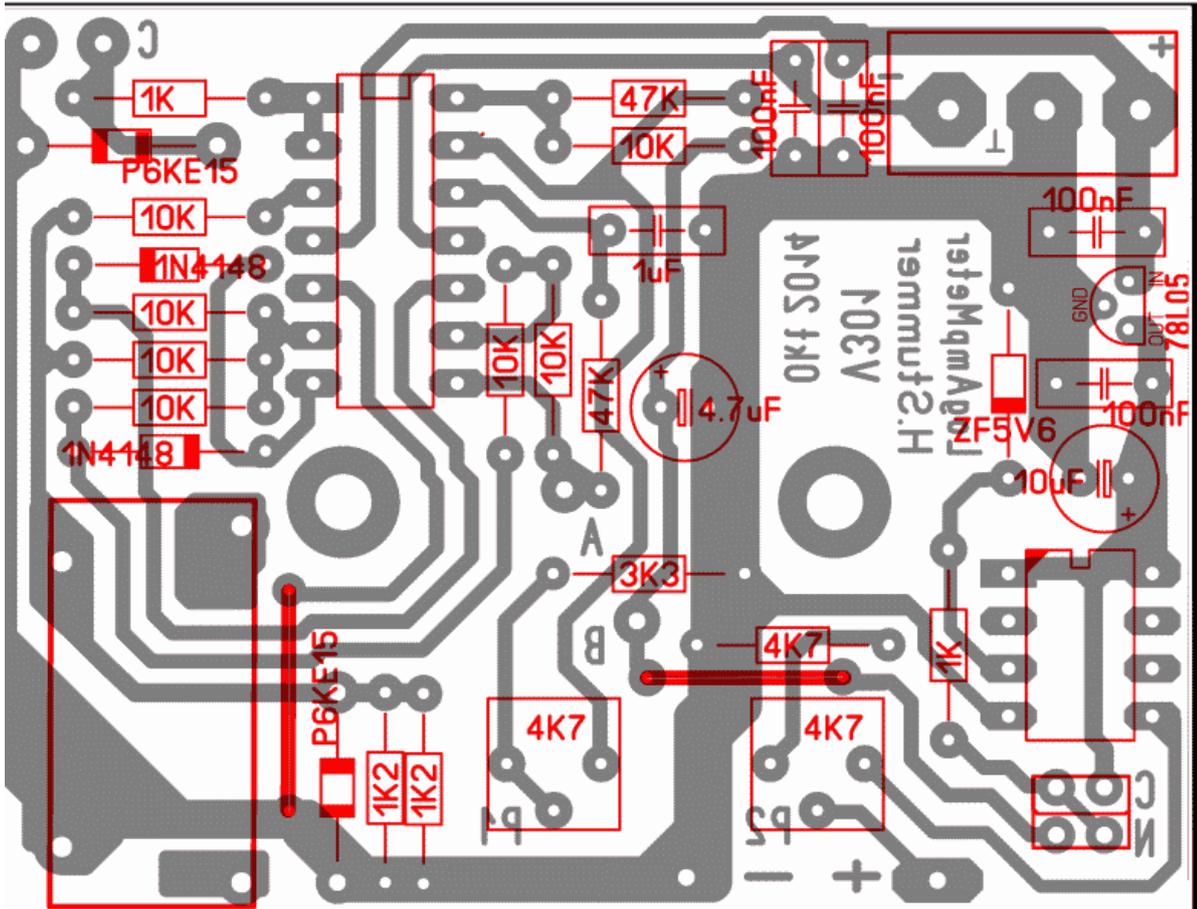
Schaltung

Der TZ77 Stromwandler wird mit einer Bürde von 600R belastet. Als Vollweggleichrichter dient TL074/2 und TL074/3. Am Messpunkt A kann das Gleichgerichtete Signal kontrolliert werden. Der TL074/1 als Impedanzwandler stellt am Messpunkt C den Ausgang für das Oszilloskop dar. D4 und D5 sind bidirektionale Schutzdioden mit 15V Ansprechspannung. Diese sollen den TL074 vor zu großen Spannungsspitzen der Außenwelt bewahren. TL074/4 verstärkt die Ausgangsspannung (Messpunkt B). C1 und C2 glätten die Ausgangsspannung. Der Attiny kann Spannungen zwischen 0-5V digitalisieren. Die Verstärkung von TL074/4 wird mit P1 eingestellt. Die Ausgangsspannung soll sich im Bereich von 0-4V (für den Anzeigebereich 0-2A) bewegen. Der Bereich bis 5V ist für Ströme > 2A vorgesehen, dadurch ist die Erkennung von 2A gegenüber > 2A sichergestellt. Wenn der gemessene Strom über 2A liegt, wird die Anzeigenadel des Instruments bis zur CAL Marke gehen. Der Prozessor wird durch die Zener Diode D3 ZD5V6 geschützt, welche die Spannung am Eingang begrenzt, auch wenn mehr als 5V am Ausgang des Opamps anstehen sollten.



07.10.2014 Stummer
 Heinrich Stummer

LogAmpMeter
 V.3.0.1

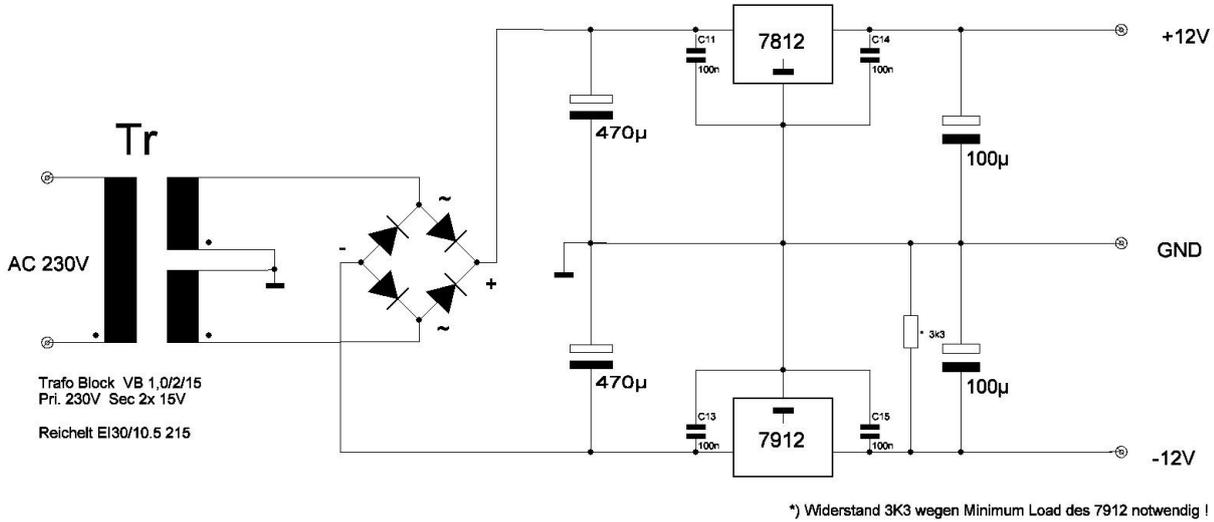


Abgleich

- Den mechanischen Nullpunkt am Drehspulinstrument einstellen.
- Wenn die Steckbrücke gezogen ist, bewegt sich der Zeiger in etwa über die Hälfte der Skala. (je nach Stellung von P2), damit sieht man, dass der Prozessor läuft und auch programmiert ist.
- Den maximalen Zeigerausschlag (Marke CAL) für 5V einstellen. Die Steckbrücke auf CAL stellen (5V liegen nun am Analog-Eingang des Attiny an) und mit P2 den Zeiger auf die Marke CAL justieren. Als 5V Referenz dient die eigene 5V Versorgungsspannung.
- Stromabgleich. Steckbrücke auf NORM stellen. Glühlampen und Vergleichs-Amperemeter sind notwendig. Verwendet habe ich 15W, 60W und 500W (Baustrahler) Glühlampen als Verbraucher. **Sicherheitsbestimmungen beachten, da hier mit Netzspannung am Messkreis gearbeitet wird.** Mit P1 den Anzeigewert an das Vergleichsinstrument abgleichen. Falls ein Stelltrafo vorhanden ist kann gezielt ein gewünschter Stromwert eingestellt und justiert werden. Auch bei 100mA, 200mA und 2A kontrollieren und auf geringste Abweichung über den ganzen Bereich abgleichen. Hier natürlich keinen Phasenanschnittdimmer verwenden.
- Zum Abgleich wurde ein TRMS Digital Multimeter der 50.- Euro Klasse verwendet.

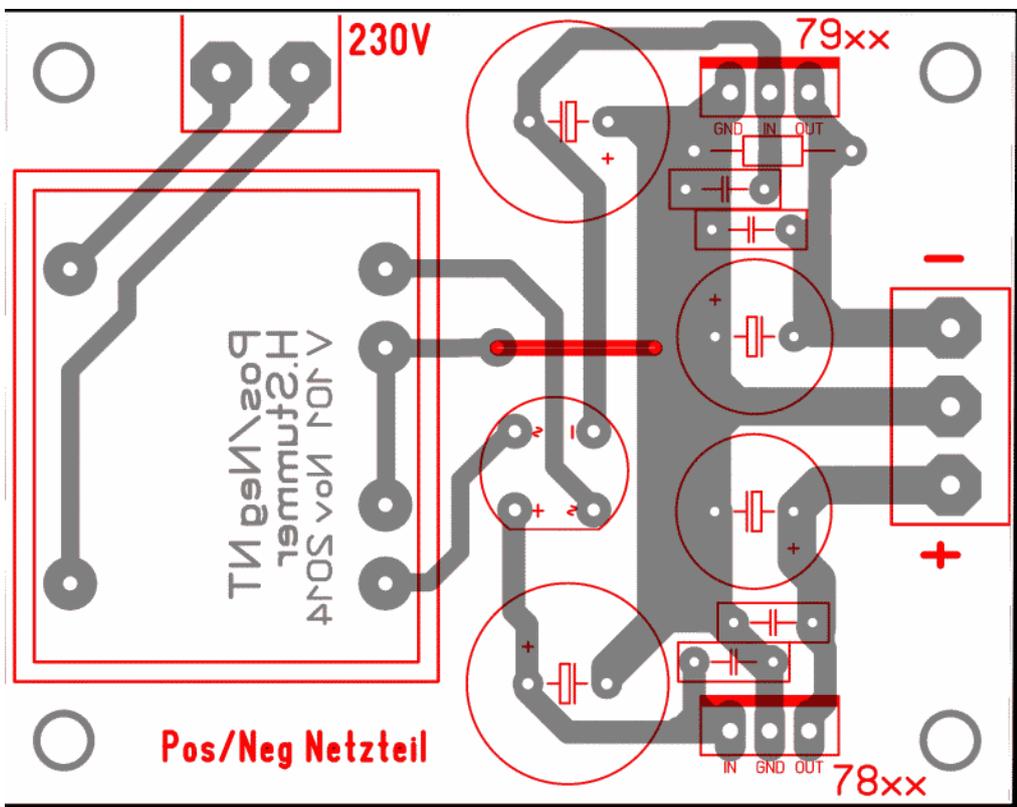
Netzteil

Es ist ein kleines plus minus 12V Fixspannungs-Netzteil notwendig. Der 7912 benötigt eine kleine Grundlast, hier ein 3K3 Widerstand, sonst stimmt die negative Spannung im Leerlauf nicht. Die Schaltung des LogAmpMeters nimmt unter 10mA auf.

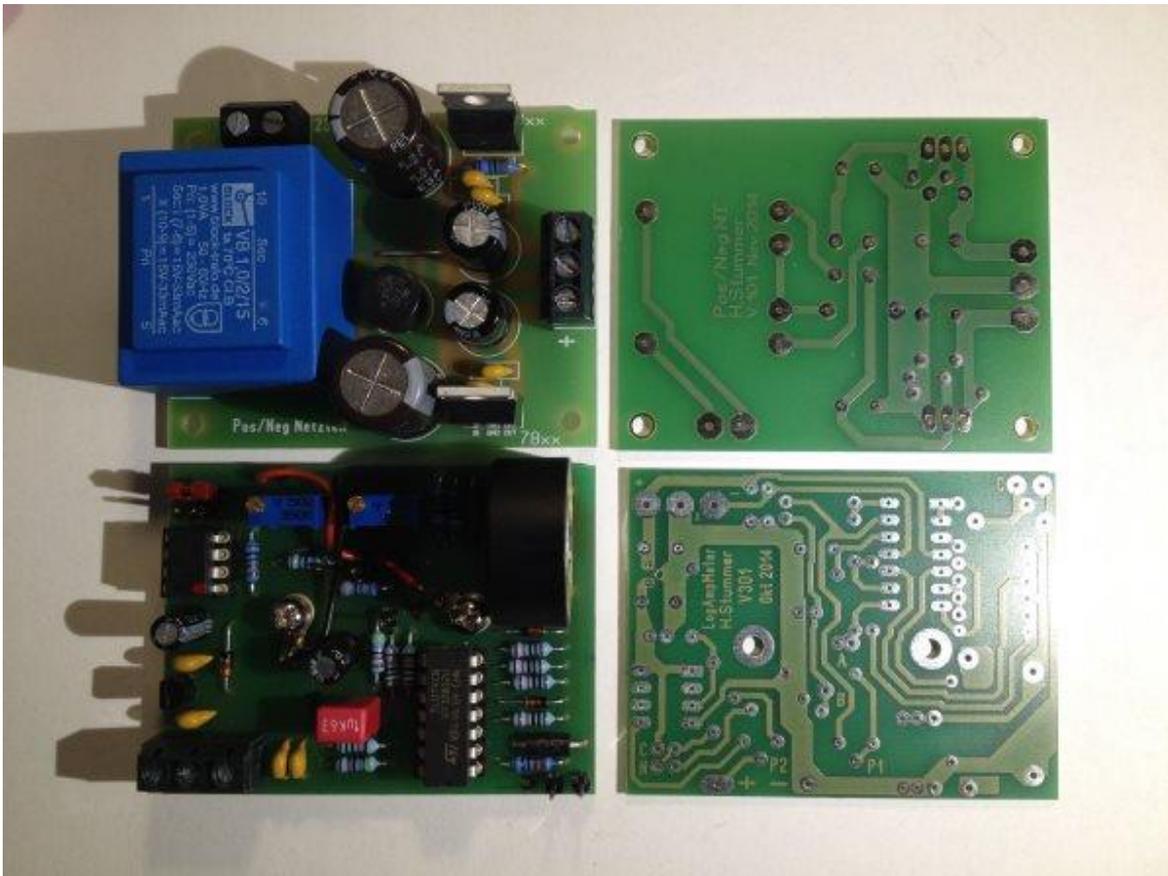


07.10.2014 Stummer
Heinrich Stummer

Pos-Neg Netzteil



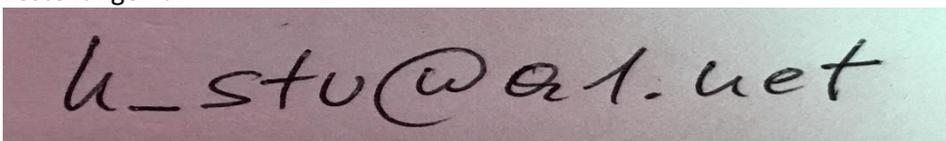
Platinen und Material



Materialbestellung entweder

- **Platinenset mit Attiny45 und Skala.**
Beinhaltet von einem Dienstleister gefertigte Prints, Geflashter (programmierter), getesteter Attiny45, Skala auf Selbstklebeetikette gedruckt, oder
- **Komplettsatz** ist alle Teile lt. Stückliste inkl. Platinen und CPU. Hier baue ich die Skala bereits in das Instrument ein.

Bestellungen an



Die Vorlagen sind auch als gespiegelte PDF Druckvorlage hier hinterlegt.

https://www.saintummers.at/bau/files/logamp/platinenlayout_pos_neg_netzteil.pdf

https://www.saintummers.at/bau/files/logamp/platinenlayout_logampmeterv301.pdf

Stückliste und Bezugsquellen

8

| Stückliste LogAmpMeter | | | | Stand Sept2019 | |
|--|------------------------------------|--------------------------|-----------|----------------|--|
| Anzahl | Bauteil | Bestellnummer | Einzelpr. | Gesamtpr. | |
| 1 | TZ77 Messwandler | Conrad 415707 | 12,00 | 12,00 | |
| 1 | Drehspulmesswerk 60x46 1mA | Reichelt PM 2-1MA | 10,03 | 10,03 | |
| 2 | Widerstand 1K2 1/4W Metall | Reichelt METALL 1,20K | 0,08 | 0,16 | |
| 2 | Widerstand 1K 1/4W Metall | Reichelt METALL 1,00K | 0,08 | 0,16 | |
| 1 | Widerstand 3k3 1/4W Metall | Reichelt METALL 3,30K | 0,08 | 0,08 | |
| 1 | Widerstand 4K7 1/4W Metall | Reichelt METALL 4,70K | 0,08 | 0,08 | |
| 7 | Widerstand 10K 1/4W Metall | Reichelt METALL 10,0K | 0,08 | 0,57 | |
| 2 | Widerstand 47K 1/4W Metall | Reichelt METALL 47,0K | 0,08 | 0,16 | |
| 2 | Spindel Trimpot 4K7 lin | Reichelt 64Y-5,0K | 0,32 | 0,64 | |
| 4 | Kondensator 100nF RM5 | Reichelt Z5U 5 100n | 0,10 | 0,40 | |
| 1 | Kondensator 1uF /63V RM5 | RM5 Reichelt MKS-02 1,0 | 0,58 | 0,58 | |
| 1 | Zenerdiode 5V6 | Reichelt ZF 5,6 | 0,06 | 0,06 | |
| 2 | Diode 1N4148 | Reichelt 1N 4148 | 0,02 | 0,04 | |
| 2 | Schutzdiode 15V bidirektional | Reichelt P6KE15CA | 0,16 | 0,32 | |
| 1 | Attiny45 | Reichelt ATTINY 45-20PU | 1,21 | 1,21 | |
| 1 | TL074 | Reichelt TL 074 DIL | 0,34 | 0,34 | |
| 1 | Elko 4,7uF /50V RM2,5 | Reichelt RAD 105 4,7/100 | 0,04 | 0,04 | |
| 1 | Elko 10uF /50V RM2,5 | Reichelt RAD 105 10/63 | 0,04 | 0,04 | |
| 1 | 8pol DIL Präz.Fassung | Reichelt GS 8P | 0,20 | 0,20 | |
| 1 | 14pol DIL Präz.Fassung | Reichelt GS 14P | 0,25 | 0,25 | |
| 1 | Spannungsregler 78L05 TO-92 | Reichelt µA 78L05 | 0,11 | 0,11 | |
| 1 | 3erAnreihklemme RM5 | AKL 057-03 | 0,32 | 0,32 | |
| 1 | Kontaktstiftleiste | Reichelt MPE 087-1-016 | 0,26 | 0,26 | |
| 1 | Steckbrücke (jumper) | Reichelt JUMPER 2,54 RT | 0,07 | 0,07 | |
| 1 | Print gebohrt und mit Lötstopplack | Stummer | 4,50 | 4,50 | |
| SUMME | | | | 32,64 | |
| Stückliste Netzteil | | | | | |
| Anzahl | Bauteil | Bestellnummer | Einzelpr. | Gesamtpr. | |
| 1 | Trafo 2x15V 1VA | Reichelt EI 30/10,5 215 | 2,90 | 2,72 | |
| 1 | Gleichrichter Rund | ReicheltB380C2000RUND | 0,25 | 0,25 | |
| 2 | Elko 100uF /50v | Reichelt RAD 105 100/63 | 0,10 | 0,20 | |
| 2 | Elko 470uF/63V | Reichelt RAD 105 470/63 | 0,25 | 0,50 | |
| 4 | Kondensator 100nF RM5 | Reichelt Z5U 5 100n | 0,10 | 0,40 | |
| 1 | Widerstand 3k3 1/4W Metall | Reichelt METALL 3,30K | 0,08 | 0,08 | |
| 1 | Spannungsregler 7812 TO-220 | Reichelt TS 7812 CZ | 0,38 | 0,38 | |
| 1 | Spannungsregler 7912 TO-220 | Reichelt MC 7912 | 0,43 | 0,43 | |
| 1 | 3erAnreihklemme RM5 | Reichelt AKL 057-03 | 0,32 | 0,32 | |
| 1 | 2erAnreihklemme RM5 | Reichelt AKL 057-02 | 0,32 | 0,32 | |
| 1 | Print gebohrt und mit Lötstopplack | Stummer | 4,50 | 4,50 | |
| SUMME | | | | 10,10 | |
| Gesamt Summe Netzteil und LogAmpMeter | | | | 42,74 | |

Wenn das **86x65mm (CONRAD Nr.103071** Preis Conrad per 09/2019 24,99) Instrument gewünscht wird, anstatt dem Standard Instrument **60x46mm** PM-2 1mA , dann ist ein Mehrpreis von ca. 15.- zu beachten.

Anmerkungen

Beim Ausdrucken der PDFs auf die Abmessungen achten, da manche Laserdrucker leider eine Abweichung zeigen. Kontrolle bei den Printvorlagen: Das Rastermaß bei den Klemmen muss 5mm betragen. Kontrolle bei der Skala: Der Abstand der Befestigungslöcher soll 25,4mm betragen.

Bestückung der Platinen:

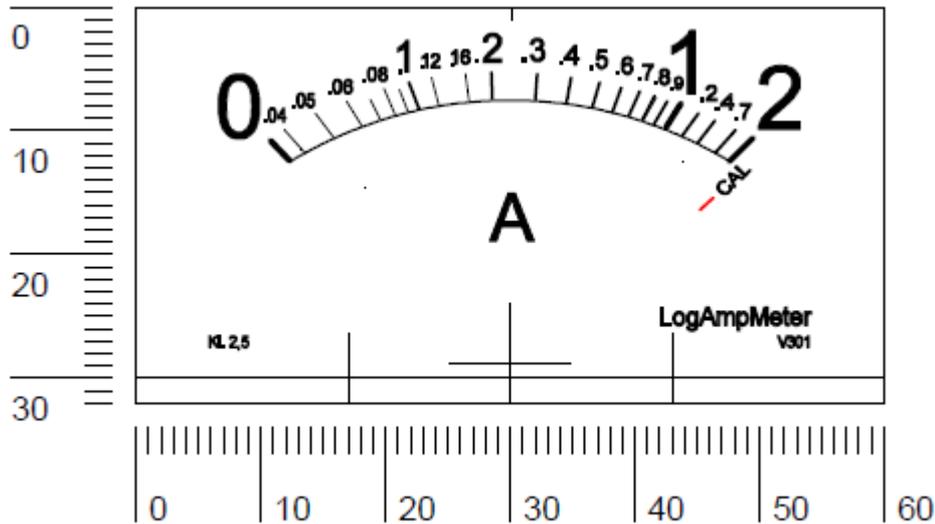
Zuerst die Drahtbrücken löten.

Zwei an der LogAmpMeter-Platine, Eine an der Netzteil-Platine. Dann die 7 Widerstände mit 10K bestücken und mit dem Rest fortfahren.

Ich habe einmal das Netzteil falsch herum angeschlossen. Der OpAmp TL074 hatte Schaden genommen. Alle Werte unter 200mA wurden als viel zu hoch angezeigt, sonst aber alles OK. Nach Tausch des defekten TL074 war wieder alles in Ordnung. Daher vor dem Einsetzen der ICs die Spannungen messen. Pin4 (TL074) +12V, Pin11(TL074) -12V und Pin 1 und 8 (Attiny) +5V.

Skala

für Drehspulinstrument 60x46mm



Die Skala auf einem Laserdrucker ausdrucken. Abmessungen beachten.

Diese Skala ist als PDF Druckvorlage hier

<https://www.saintummers.at/electronic/projects/logampmeter/skala30x60-logampmeter-301-druckvorlage.pdf> hinterlegt.

Original Aluskala ausbauen. Die Bohrlöcher mit einer Lochzange Durchmesser 2,5mm ausstanzen. Die Neue Skala auf der Rückseite der Aluskala anbringen. Bohrlöcher in Übereinstimmung der Markierungen bringen. Mit einem Teppichmesser den runden Ausschnitt fertigen.

Die Skala wieder einbauen und festschrauben. Natürlich geht hier die Spiegelskala des Instruments verloren, ist aber hier ohne Bedeutung.

Wenn jemand einen Platinsatz beim Autor bestellt, wird eine Skala, gedruckt auf Selbstklebeetikette, im gewünschten Format beigelegt.

Wenn kompletter Teilesatz gewünscht wird, baue ich die Skala gerne in das Instrument ein.

Bitte bei Bestellungen angeben, ob Skala für 60x64mm oder für ein 86x65mm Instrument gewünscht wird.

Aufbau und Einbau

Bilder:



Video: <https://www.saintummers.at/bau/files/logamp/einschaltphase-radio.m4v>
(5MB)

