

# **Eine elektronische Last mit MYC Protokoll**

Author DK1RI, Version V01.0, 20160117

This project can be found in <https://www.github.com/dk1ri>

## **Einleitung**

Dies ist die Beschreibung einer elektronischen Last für Gleichspannungen.  
Die Schaltung wird mit dem MYC Protokoll über den I2C Bus oder RS232 /USB gesteuert.

## **Beschreibung**

Die Schaltung besteht aus der Steuerungsplatine und der äußeren Beschaltung mit den FETs und Shuntwiderständen [5]

Die elektrischen Daten der elektronischen Last hängen von der äußeren Beschaltung ab. Die Leiterplatte kann sieben FETs getrennt steuern. Eine Teilbestückung ist möglich.

Für verschiedene Shuntwiderstände und Strombereiche müssen einige Widerstände geändert werden. Eine Tabelle dazu steht in [4]. Für diese verschiedenen Versionen muss das Programm nicht geändert werden. Allerdings müssen bei einer Verwendung im MYC System die Befehlsbeschreibungen (announcements) geändert werden, da sich die Bedeutung der ausgegebenen (binären) Ausgabedaten ändert.

Die vorliegende Beschreibung und Schaltung bezieht sich auf eine Version für IRFP150 FETs (100V 30A und ca 200W Verlustleistung pro FET) mit 10mOhm Shunt.

Die Schaltung kann aber Spannungen bis ca. 250V mit einer Auflösung von 0,25V messen. Die Genauigkeit ist besser als 1%.

Bei Verwendung eines Shunts von 10mOhm sind Ströme bis 30A mit einer Auflösung von 30mA pro FET messbar. Bei 100mA muss man wegen der Offsetspannung des Operationsverstärkers mit einer Ungenauigkeit von 10% rechnen. Bei niedrigeren Strömen mit mehr.

Man kann den gewünschten Widerstand oder die gewünschte Leistung für die Last vorgeben.

Beim Wechsellastbetrieb wird die Spannungsdifferenz zwischen Ein und Aus Zustand gemessen.

Die Eagle Daten der Steuerungsleiterplatte stehen unter [1].

## **Grundsätzliche Funktion**

Nach dem Einschalten, sind die FETs ausgeschaltet. Nachdem ein Widerstandswert oder eine gewünschte Leistung eingegeben wurde, wird der Widerstand der FETs der Reihe nach verringert und der Strom und die Spannung gemessen. Dies wird solange fortgesetzt, bis der gewünschte Wert erreicht ist oder eine maximale Verlustleistung des FETs erreicht ist. Wird die Spannung unterbrochen, werden die FETs sofort hochohmig geschaltet.

## **Hinweise zur Bedienung**

Nach dem ersten Einschalten muss die Zahl der verwendeten FETs (default 7) und die maximale Verlustleistung pro FET (default 0) angepasst werden. Diese Werte bleiben auch nach Abschalten der Spannung erhalten.

Die Schaltung ist zunächst hochohmig.

Deshalb muss zunächst die gewünschte Gesamtleistung oder der gewünschte Widerstand eingegeben werden.

Die FETs werden entsprechend gesteuert, sobald die Spannung größer als 1V ist.

Beim Wechsellastbetrieb wird die Last im Sekundentakt ein und ausgeschaltet. Die Spannung kann

zum Beispiel mit einem Oszillographen, gemessen werden. Während dieser Zeit ist keine Änderung der Last oder der gewünschten Leistung möglich; die Steuerspannung der FET für den On Betrieb wird auch nicht geändert. Bei Überlast eine FETs werden alle FETs abgeschaltet und der Wechsellastbetrieb beendet.

## **Befehle**

Folgende Befehle werden von der I2C / RS232 /USB Schnittstelle akzeptiert:  
Befehl

## **I2C**

Die Default Adresse ist 21 (&H15).

Mit dem Befehl &HFE03<n> kann die Adresse in n (1 ... 128) geändert werden.

Pullup Widerstände für den I2C Bus (R1/R2) können bei Bedarf bestückt werden. Der Gesamtwiderstand am Bus sollte zwischen 1 und 10 kOhm liegen.

## **Fehlermeldungen**

Der Befehl &HFC liefert den letzten Fehler im Format:

aktuelle Befehlsnummer - Fehler - Befehlsnummer beim Auftritt des Fehlers

Dazu werden die empfangenen Befehle von 0 bis 255 umlaufend gezählt.

## **Reset**

Ist der Reset Jumper JP4 beim Anlegen der Versorgungsspannung überbrückt, werden wieder die Defaultwerte eingelesen. Dies ist hilfreich, wenn die aktuelle I2C Adresse verloren gegangen ist.

## **Watchdog**

Die Befehlseingabe muss in weniger als 1 Sekunde beendet sein. Danach werden die bereits empfangenen Daten gelöscht. Dies soll falsche Eingaben vermeiden. Mit dem "letzten Fehler" Befehl kann man Eingabefehler sehen. Er zeigt die aktuelle Befehlsnummer und die des Fehlers.

## **Software**

Die Steuerung übernimmt ein AVR Mikrocontroller Atmega16 oder größer.

Die Software wurde in BASCOM geschrieben [2]

## **Programmierung des Prozessors**

Zur Programmierung des Prozessors ist ein 6poliger ISP Stecker (JP6) vorhanden.

Um der Prozessor von der Stromversorgung der übrigen Schaltung zu trennen, muss der Jumper JP1 entfernt werden.

Die Fuses müssen möglicherweise programmiert werden (sh Bascom Programm) !! Prozessortyp und Frequenz müssen ggf angepasst werden.

## **RS232 Schnittstelle**

Schnittstellenparameter: 19k2 8N1

I2C und RS232 / USB können nicht gleichzeitig verwendet. Der Befehlspuffer wird gelöscht, wenn die Schnittstelle gewechselt wird.

## **USB Schnittstelle**

Die Schaltung kann alternativ zu RS232 mit der USB Platine UM2102 von ELV bestückt werden. Die USB Platine wird plan auf der Oberseite der Interfaces verlötet: der USB Stecker zeigt seitlich nach außen. Die mittleren 4 pins des Verbinders ST2 sind mit dem 4 poligen Verbinder JP7 auf der Leiterplatte zu verbinden. USB Platine und Interface müssen voneinander isoliert werden. Die Stromversorgung erfolgt dann über USB.

## **SMD**

Die Leiterplatte ist teilweise mit SMD bestückt, meist recht große Bauteile. Die 5 poligen SOT23 Operationsverstärkers gibt es leider nicht anders.

## **Stromversorgung**

Die Stromversorgung ist 12V, Stromaufnahme ca. 40mA max. Bei Verwendung des USB Moduls erfolgt die Stromversorgung darüber.

## **Bestückung der Leiterplatte**

Bei Teilbestückung muss die Bestückung nach der Reihenfolge Kanäle (FETs) erfolgen. Für jeden der sieben Kanäle muss jeweils der ADC mit OPamp und der OPamp zur Strommessung bestückt werden. Die Widerstände nicht benutzter Eingänge der Treiber OPamps sollten aber auch bestückt werden.

Die Spule L1 (ca 22uH) kann überbrückt werden. Sie dient zur Unterdrückung möglicher Störungen in HF empfindlicher Umgebung.

Im Normalbetrieb muss JP1 überbrückt sein.

Bei Verwendung von ISP muss JP6 bestückt werden.

Folgende Bauteile sind abhängig vom verwendeten Interface zu bestücken:

mit RS232 Schnittstelle:

IC2, IC3, D1, C1, C2, C7 – C10, X1, X4 (9 polige Buchse)

alternativ mit USB

UM2102

Mit I2C

R1, R2 nach Bedarf, X2, X3, IC3, D1, C1, C2

## **Anschlüsse**

Power

Tip 12V  
Ring GND

RS232 (Buchse)

5 GND  
2 TX (PC Eingang)  
3 RX (PC Ausgang)

I2C (2 x 3,5mm Klinke, Stereo)

Sleeve GND  
Ring SDA  
Tip SCL

Gates SL1

1 zum Gate FET1  
2 zum Gate FET2  
3 zum Gate FET3  
4 zum Gate FET4  
5 GND

Gates SL2

1 zum Gate FET5  
2 zum Gate FET6  
3 zum Gate FET7  
4 -  
5 GND

U/Iin SL4

1 Spannung  
2 - Shunt FET1  
3 + Shunt FET1  
4 - Shunt FET2  
5 GND

U/Iin SL5

1 + Shunt FET2  
2 - Shunt FET3  
3 + Shunt FET3  
4 - Shunt FET4  
5 GND

U/Iin SL6

1 + Shunt FET4  
2 -  
3 - Shunt FET5  
4 + Shunt FET5  
5 GND

U/Iin SL6

1 - Shunt FET6

- 2 + Shunt FET6
- 3 - Shunt FET7
- 4 + Shunt FET7
- 5 GND

## Die äußere Beschaltung

Ich habe 7 FETS IRFP150 aus der Bastelkiste verwendet. Dies ergibt als Grenzbelastung 100V, ca 210A (bei 175Grad) und 1500W. Diese Leistung ist allerdings nicht erreichbar, aber eine Belastung von 100 A und 12V ist kurzzeitig möglich. Mehr Wärme kann der vorhandenen Kühlkörper nicht abführen.

Direkt am Gate der FETs wurden 10kOhm Widerstände angelötet.

Als Shunt wurde ein 10mOhm, 10W Shunt von Isabellenhütte verwendet.

## Versionen

Diese Beschreibung gilt für die

Leiterplattenversion 01.0

Bascom Version 01.0

## Copyright

Die Ideen in diesem Dokument unterliegen der GPL (Gnu Public Licence V2) soweit keine früheren, anderen Rechte betroffen sind.

Die Verwendung der Unterlagen erfolgt auf eigene Geafahr; es wird keinerlei Garantie übernommen.

The ideas of this document can be used under GPL (Gnu Public License V2) as long as no earlier other rights are affected.

The usage of this document is on own risk, there is no warranty.

## Referenzen

- [[1] [electronic\\_load\\_eagle.zip](#)
- [2] [electronic\\_load\\_bascom.zip](#)
- [3] [MYC.pdf](#)
- [4] [Widerstandsberechnung](#)
- [5] [Äußere Beschaltung](#)