

## Softstart/Sicherungen

Vorbemerkung:

Wegen der großen Einschaltströme sind die Primär und Sekundärsicherungen viel größer als sie im Normalbetrieb eigentlich sein müssten. Um die Betriebssicherheit weiter zu erhöhen ist es Ziel die Sicherungswerte wesentlich zu senken. Dazu habe ich folgende Überlegungen umgesetzt:

### **1. Siebelkos**

Durch den Ringkerntrafo (Haupttrafo) werden große Siebelkos geladen (hier: Anodenspannung, 600-V-Bereich und G2-Spannung). Große Elkos sind für eine geringe Restwellig vorteilhaft. Gleichzeitig ergeben sich aber zwei Probleme

- Ladestromspitze (hohe Sicherungswerte erforderlich)
- Hohe Ladung. Bei plötzlichem Kurzschluß am Ausgang müssen die MOSFet's die Entladung der Elkos aushalten (es dauert etwas bis die Strombegrenzung anspricht). Um die MOSFet's zu schonen wäre es besser, kleinere Elkos zu verwenden.

Ich habe experimentiert und die Elkos etwas verkleinert:

bisher

	Anodenspannung und 600-V-Bereich	G2-Spannung
Elkos bisher in mein RoeTest eingebaut	660 $\mu$ F	270 $\mu$ F
gemessene Restwelligkeit	2V bei 200 mA	1,5V bei 50 mA
bisherige Sicherung	0,8 AT	0,5 AT

neu:

	Anodenspannung und 600-V-Bereich	G2-Spannung
Elkos neu in mein RoeTest eingebaut	220 $\mu$ F	100 $\mu$ F
gemessene Restwelligkeit	7V bei 200 mA	4V bei 50 mA
neue Sicherung	0,63 AT	0,2 AT

Fazit:

- **kleinere Elkos sind möglich, die etwas höhere Restwelligkeit stört nicht, da die Ausgangsspannungen sauber durch die MOSFet's ausgeregelt werden**
- **die Primärsicherungen konnten deutlich verkleinert werden**
- **Nebeneffekt: Durch kleinere Elkos spart man einige Euros. Die freie Platinenfläche kann anderweitig genutzt werden**

## **2. Softstart für den Ringkerntrafo**

Ringkerntrafos haben viele Vorteile (klein, leicht, niedriger Leerlaufstrom...). Der einzige Nachteil ist der hohe Einschaltstrom. Dieser bedingt eine große, träge Primärsicherung, die viel höher als der Nominalstrom ist. Im worst-case ist dies natürlich unbefriedigend.

Lösung: Softstart mit NTC (danke für die Anregung an Kurt).

In Serie mit der Primärwicklung des Ringkerntrafos wird ein NTC (NTC 22R, erhältlich z.B. bei Conrad) geschaltet. Der Einschaltstrom vermindert sich dadurch beträchtlich.

Ich konnte daraufhin die Sicherungswerte weiter reduzieren:

Primär neu: 1,5 AT (bisher 2,5 AT)

Sekundär neu: Anodenspannung und 600-V-Bereich: 0,4 AT, G2-Spannung: 0,1 AT (in Verbindung mit den kleineren Elkos)

Resultat: Die Sicherungswerte sind nun so weit reduziert, daß diese im Fehlerfall zeitnah auslösen können.

Die permanente Schaltung des NTC's vor den RKT hat aber zwei Nachteile:

- Spannungsabfall (ich habe nicht getestet, ob dieser eine Auswirkung hat)
- Wird das Gerät aus- und gleich wieder eingeschaltet, ist der NTC evtl. noch zu warm und es kommt zu einer Stromspitze mit Auslösung der Sicherungen

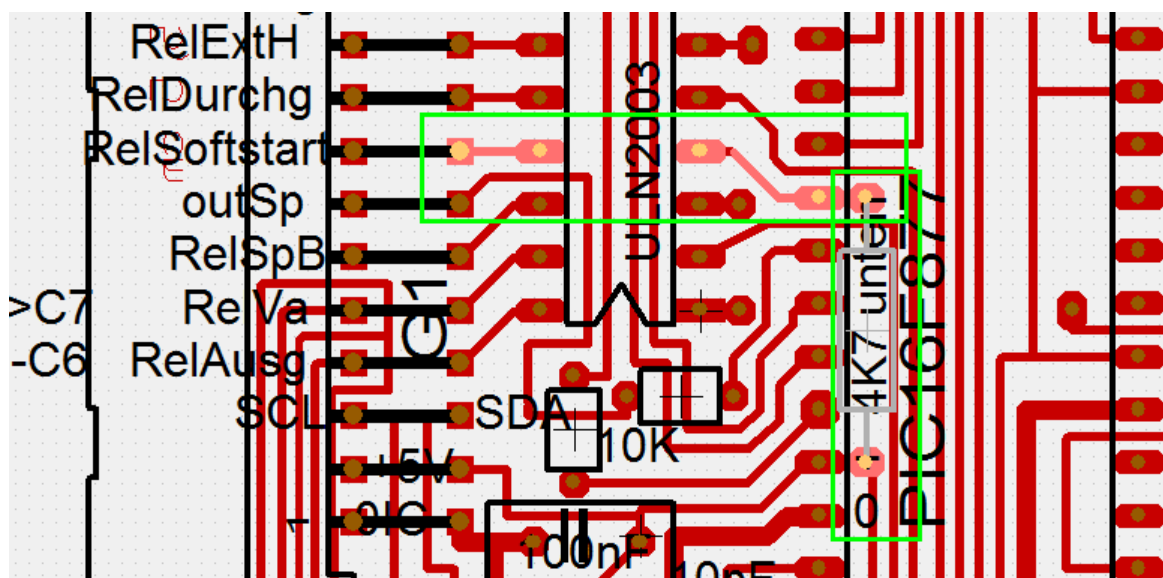
### **Lösung:**

Der NTC sollte nach dem Einschalten des Geräts mit Zeitverzögerung überbrückt werden und kann dann wieder abkühlen.

Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

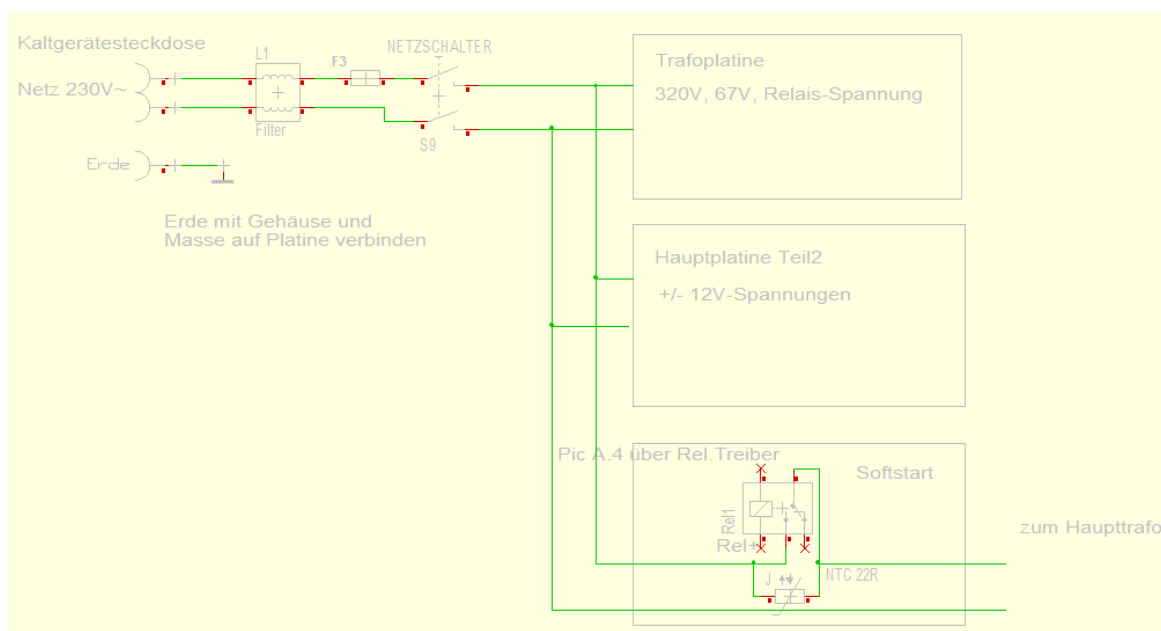
- Einschaltverzögerung mit Timer aufbauen
- Besitzer bis RoeTest2 haben schon eine Einschaltverzögerung für die Relaisspannung und brauchen bloß ein Relais an die verzögerte Relaisspannung schalten
- Besitzer ab RoeTest4: Hier ist die Firmware des Pic schon vorbereitet (Porta.4 wird zeitverzögert eingeschaltet). Man braucht nur folgende Schaltungsergänzung umzusetzen:

Mikroprozessorplatine: Porta.4 wird über einen Relaisreiber durchgeschleift zur VG-Leiste. Außerdem wird ein 4,7 KOhm Widerstand auf die Unterseite der Platine eingelötet (Porta.4 ist ein open-Drain-Ausgang, deshalb ist ein Pullup-Widerstand nötig)



Ein 12-V-Relais wird in der Nähe des Netzanschlusses eingebaut und die Relaispule vom VG-Anschluß der Hauptplatine und der positiven Relaisspannung versorgt. Das Relais überbrückt den NTC einige Sekunden nach dem Einschalten.

So sieht die Primärschaltung des RoeTest neu aus:



#### Anmerkung:

Künftig werde ich die Layouts anpassen, d.h. auf der Mikroprozessorplatine die Leiterbahnen durchschleifen (Widerstand von unten bleibt) und auf der Hauptplatine, Teil 2, das Relais und den NTC für den Softstart vorsehen.

Ich empfehle allen RoeTest-Besitzern die Nachrüstung beider Änderungen. Diese sind schnell und einfach zu realisieren.