

Mein HP 54502A

Dieses betagte DSO(Oscilloscope) stand längere Zeit ungenutzt im Lager. Beim Einschalten hörte man ein verdächtiges Geräusch und es waren nicht alle Details auf dem Schirm zu sehen.

Ich ging meiner Nase nach und hatte bald das Schaltnetzteil in Verdacht. Der Ausbau war eigentlich ganz einfach. Und dann lag das Board vor mir auf dem Basteltisch. Wo beginnen?

Elkos

In bewährter Methode suchte ich nach Elkos, die einen Kurzschluss hatten, fand aber keinen. Doch mehr als sieben kleinere 220 μ /50V hatten ein sehr schlechtes ESR(>40). Die ersetzte ich erst einmal. Dennoch kam auf der Sekundärseite nichts raus.

Reengineering

Ratlos suchte ich im Netz. Fand eine von Hand gefertigte Analyse des Netzteiles(Google: supply HP54503). Da hatte jemand mühsam das Board untersucht und Zeichnungen angefertigt. Toll, so was nenne ich Glück haben. Denn vom Hersteller findet man da nichts. Die Pläne werden vermutlich nicht gern veröffentlicht. Nun aber ran, dachte ich!

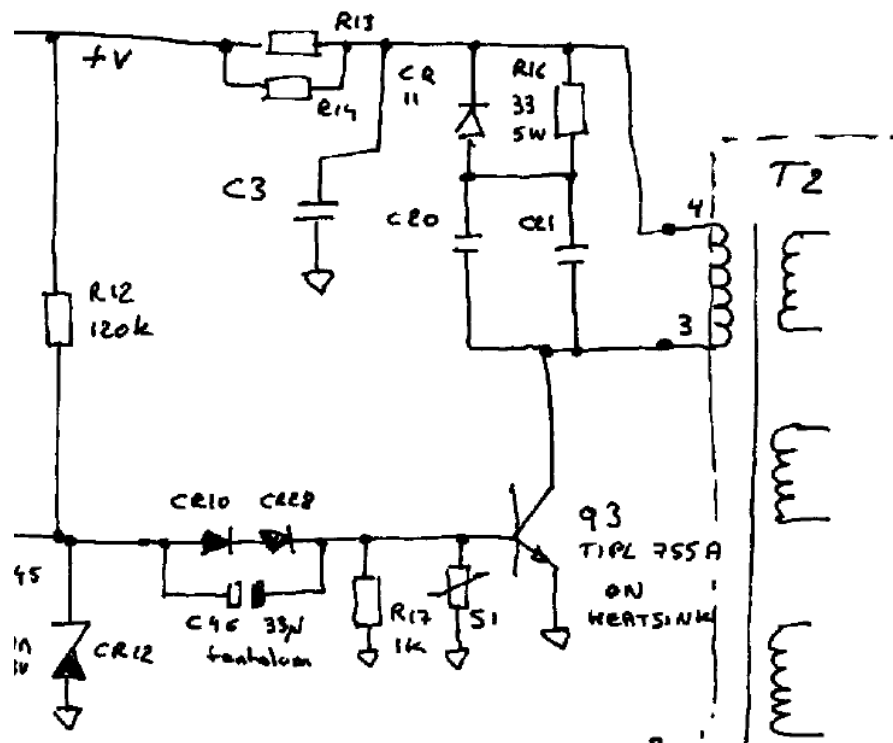
Wie immer

Wenn vorne nichts geht, kann man hinten auch nichts messen. Ebenso gilt das auch umgekehrt. Das sind so meine Erfahrungen mit Schaltnetzteilen. Die laufen nur dann, wenn alles OK ist. Und entsprechend muss man sich eine Vorgehensweise zulegen, um Erfolg zu haben. Nun hatte ich ja schon fast alle Elkos ausgebaut und für noch brauchbar beurteilt. Dennoch bestellte ich neue Becher, denn die mit den gerade noch erträglichen ESR-Werten wollte ich nicht wieder einbauen. Und Hochstromdioden hatte ich inzwischen beschafft. 45V/20A. Da waren ursprünglich vier

Typen verbaut, die man nicht auslöten konnte. Zur Überprüfung musste ich sie also wegknipsen. Ob nun die neuen Dioden den Einschaltstrom vertragen werden, wird sich zeigen. Das Netzteil ist sicherlich mehr als 25 Jahre alt. Heute gibt es leistungsfähige Schottkydioden mit geringer Flussspannung. Das sollte eigentlich gut gehen. Doch zuvor wollte ich wissen, ob die Sache überhaupt ins Schwingen kommt und schaltete kurz mal das Netz an. Patsch machte es und ich konnte die Ursache des Knalls nicht finden.

Primärseite

Also ging ich der Sache am anderen Ende nach und untersuchte erst jetzt die primäre Schaltungsseite vor dem Transformator. Sollte man eigentlich am Beginn aller Fehlersuche machen, denn schon bald hatte ich beim Leistungstransistor verdächtige Eigenschaften entdeckt: Keine Flussspannungen! Also auslöten und getrennt von der Schaltung durchmessen. Und tatsächlich war der in beiden Richtungen zwischen Basis und den anderen Anschlüssen kurzgeschlossen, kaputt! Die dicke Netzsicherung auf der Platine hatte nicht ausgelöst, was mir bis heute noch unerklärlich ist!



Hochspannungstransistor: TIPL 755A

Im Netz fand ich die Daten. Nun weiß man aber nicht, ob die voll ausgenutzt werden. Das Schaltnetzteil war nach einem Aufkleber mit 250VA angegeben. Muss nun der Ersatztransistor tatsächlich eine Leistung von 135 W vertragen oder genügt ein preiswerter Typ mit hinreichenden Eigenschaften? Nach langem Hin und Her entschied ich mich doch für eine leistungsstarke Version und bestellte einen BUX48A. Der soll 450V Spitzenspannung vertragen und bis zu 15A Dauerstrom schalten können. Was aber, wenn der auch nach dem ersten Einschalten in den Himmel steigt? Ein vielleicht teures Vergnügen(10EUR). Und so untersuchte ich die Umgebung nach defekten Bauteilen ab. Fand eine Freilaufdiode, die war OK. Das konnte ich aber erst sicher bewerten, nachdem ich den parallel geschalteten Widerstand ausgebaut hatte. Und ebenso musste ich den Treibertransistor auslöten, um ihn zuverlässig zu prüfen. Solche Arbeiten lassen sich ja nicht vermeiden, wenn man sicher gehen will.

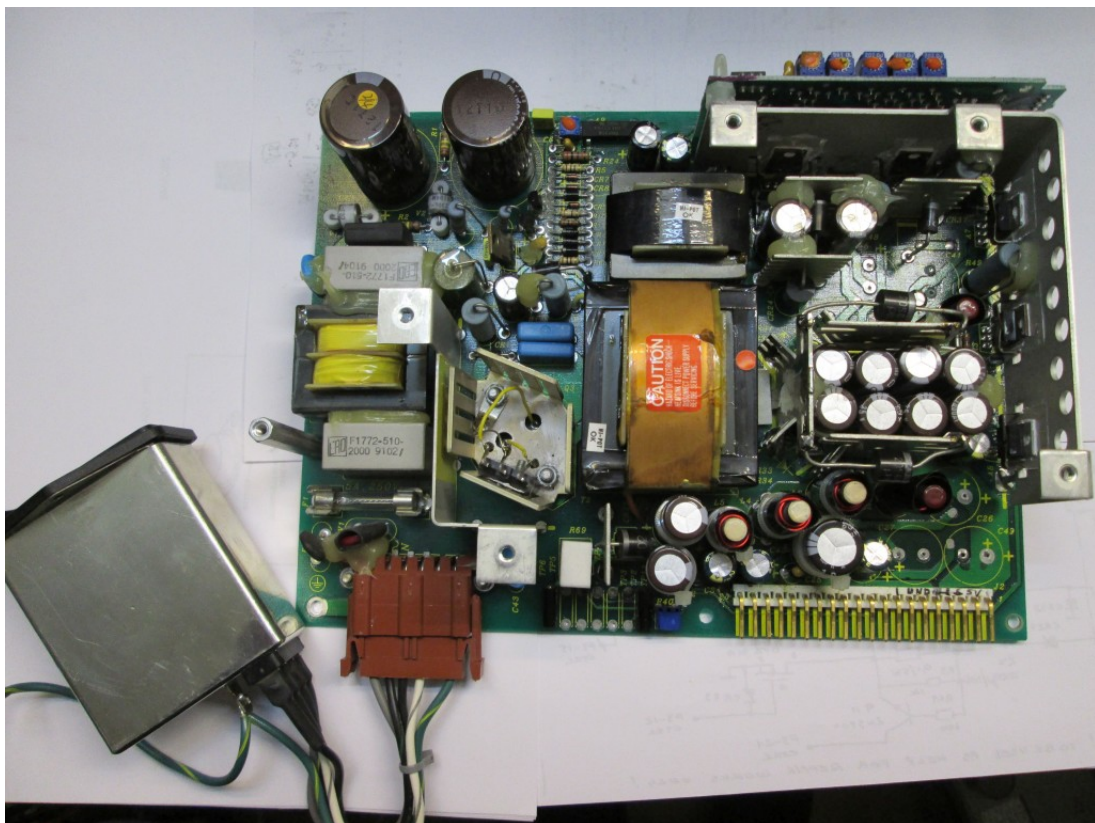
Verdacht

Könnte es sein, dass der laute Knall beim letzten Einschalten aus dem Trafo kam? Es könnte ja die Wicklung durchgebrannt sein. Also messen! Und siehe da, ich konnte 5 uH für die Primärwicklung ermitteln. Mit 4n4 parallel sollte das einen Schwingkreis ergeben, der resonant auf der Schaltfrequenz ist. Pustekuchen, der Ringkern-Rechner gibt 1MHz heraus! Wie das? Schwingt die Schaltung tatsächlich auf dieser Schaltfrequenz oder liegt ein Windungsschluss vor? Natürlich haben die Kondensatoren und die Diode vorrangig den Zweck, Spitzenspannungen am Transistor zu unterdrücken. Man wird sehen, wenn ich den neuen Transistor einsetze. Der defekte Typ hat eine Transitfrequenz von 10 MHz, die erreicht der BUX48 sicherlich auch oder mehr. Hoffentlich geht das gut.

MCI MS 90A

Was ist das? Zwischen Basis und Emitter = GND war ein Kurzschluss. Wieso? Nach einigen Prüfungen blieb nur noch dieses merkwürdige Teil als Übeltäter übrig: MCI MCS 90A. Im Netz fand ich die gleiche Frage eines Leidensgenossen. Sie wurde nicht wirklich beantwortet. Vermutungen gehen dahin, dass es sich um eine Thermosicherung handelt, die im Falle einer Übertemperatur (Ausfall des Lüfters) die Funktion des Schalttransistors unterbinden soll.

Tatsächlich war das Teil kurzgeschlossen. Die Basis konnte nicht angesteuert werden. In meiner Ratlosigkeit nahm ich dann einfach eine Schottkydiode als Schutz vor zu hohen Spannungsspitzen an der Basis des Hochvolttransistors. Das hilft vielleicht gelegentlich, kann aber auch nicht schaden. Eine passende Thermosicherung kann ich nicht beschaffen, solange ich die Daten des defekten Bauteils nicht kenne.



EMV-Filter

Die Gleichrichter und die Ladekondensatoren für die 5V-Versorgung waren auf der Sekundärseite wieder angeschlossen. In meinem Vorrat fand ich einen Hochvolttransistor 2SC5048. Der verträgt 600V zwischen C und E. Und er kann größere Ströme als das Original schalten, so 12 bis max. 24 A. Er ist in einem isolierten Gehäuse. Ich montierte ihn an den Kühlkörper und verdrahtete ihn provisorisch. Was sollte passieren, wenn man jetzt versuchsweise mal die Netzspannung anlegt?

Zunächst mal nichts! Und so blieb mir nichts anderes übrig, als vom Netzstecker bis zur Platine alles durchzumessen. Eine Netzleitung war unterbrochen. Aha, da muss was defekt sein. Hoffentlich nicht die kaum zugänglichen Drosselspulen.



Es ist da ein kleiner Einschub in diesem Filtergehäuse. Man kann ihn um 180 Grad drehen und so auf 110...120V umschalten. Den zog ich heraus. Und dann sah ich endlich, woher der rätselhafte Knall kam. Es war darin eine vorgeschaltete Sicherung durchgebrannt. Also doch ein perfekter Schutz. So eine lange Type mit 3A/250V. Ich fand sie in meinem Vorrat. Ist eben doch gut, wenn man alles aufhebt,hi.

Banges Hoffen

Jetzt war es soweit. Ich schaltete das Netz an und prüfte die Ausgangsspannung. 5,3V DC! Toll, das Ding lief wieder. Ich habe es erfolgreich repariert.

Nun warte ich auf die neuen Elkos. Dann wird das Netzteil wieder in den Oszilloskop eingebaut und beobachtet, ob es durchhält. Hätte ich gleich den Schalttransistor verdächtigt, hätte ich vielleicht die trockenen Kondensatoren nicht entdeckt. So aber war es alle Mühe wert, wenn das Gerät weiterhin genutzt werden kann.

DF8ZR; im Januar 2020

Nachtrag:

Der BUX48 war sofort nach dem Einschalten durchgeschlagen. Vermutlich ist die neue Netzspannung gelegentlich größer als 235 V. Dieser Versuch hat mich 15 EUR gekostet! Schließlich blieb ich bei meinem HTC5048 oder 2SC5048. Dieser Transistor verträgt 600V CE und ist geeignet. Man muss allerdings einen neuen Kühlkörper vorsehen, denn der bisherige passt nicht. Ein Auszug vom Datenblatt ist hier:

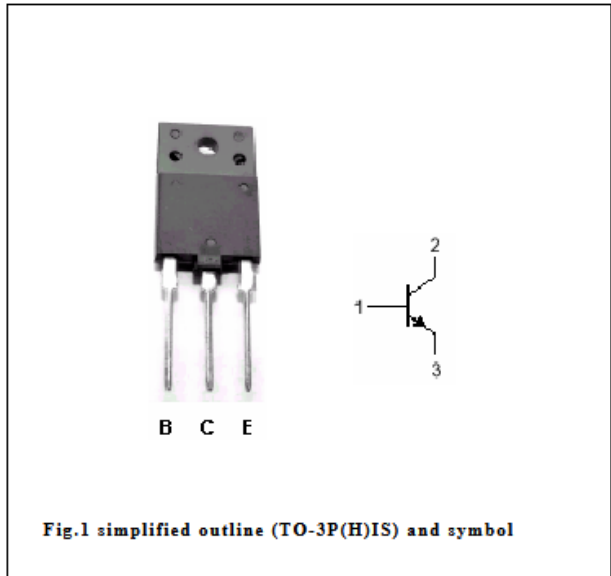
- High speed
- High voltage
- Low saturation voltage

APPLICATIONS

- Horizontal deflection output for high resolution display,colorTV
- High speed switching applications

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	Base
2	Collector
3	Emitter



Absolute maximum ratings(Ta=25)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
V_{CBO}	Collector-base voltage	Open emitter	1500	V
V_{CEO}	Collector-emitter voltage	Open base	600	V
V_{EBO}	Emitter-base voltage	Open collector	5	V
I_C	Collector current		12	A
I_{CM}	Collector current-Peak		24	A
I_B	Base current		6	A
P_C	Total power dissipation	$T_c=25$	50	W