Schaltnetzteile reparieren

Diese Seite ist noch im Entstehen.

ACHTUNG: *Schaltnetzteile reparieren* gehört definitiv zu den Tätigkeiten, die außerhalb der Kategorie „Sicher“ liegen!

- Dieser Kram hier ist ***Expert only*** . **Schaltnetzteile reparieren ist nichts für Laien**. Im Zweifelsfall Finger weg lassen und nachfragen.
- Egal was ihr tut, bitte **achtet auf eure eigene elektrische Sicherheit**. Das heißt insbesondere, darauf zu achten, welche Teile man berührt. Denn:
  - Man hat eine offene Elektronik auf dem Tisch liegen, bei der hohe Wechsel- und Gleichspannungen anliegen. Typischweise sind dies 230V Wechselspannung und gleichzeitig an anderen Punkten 325V Gleichspannung. Diese Spannungen sind bei Berührung **lebensgefährlich!** * Kondensatoren behalten ihre Ladung über Minuten und sind im geladenen Zustand gefährlich! Kondensatoren immer über eienen Entladewiderstand entladen!
  - Mit **Trenntrafo** zu arbeiten **ist obligatorisch**, heißt aber nicht, dass man deswegen bei einer Ein-Punkt-Berührung sicher ist. Im Gegenteil! z.B. beim Messen mit dem Oszi klemmt man meistens den eigenen Stuhl/Fußboden an die defekte Schaltung. (Mehr dazu im Kapitel über Trenntrafos)
  - Ab dem Moment, an dem man mit Trenntrafo(s) arbeitet, **verlieren FIs ihre Schutzwirkung!**. Schädlich sind FIs weiterhin nicht, aber sie schalten im Zweifelsfall nicht ab, sind also nutzlos und wiegen in falsche Sicherheit.
  - Bei falscher Beschaltung ist es leicht, die blanken Metallteile (u.A. BNC-Stecker!) von Oszis oder anderen Laborgeräten auf lebensgefährliche Spannungen zu legen
  - Sobald man mit einer Messpitze (z.B. vom DMM) angetastet hat, wird die zugeörige andere Messspitze evtl. gefährlich!
- Für diesen Text wird keienerlei Gewähr auf Richtigkeit. Ihr handelt immer in euere eigenen Verantwortung!

Benötigte Werkzeuge

- Trenntrafo!!
- Oszi
- ESR-Meter / LCR-Meter
- Multimeter
- ein paar Ersatzlasten (z.B. Glühbirnen/Halogenlampen?)
- Eine Serienprüflampe
- Hilfreich: Wasserfester Stift, um Netzbezeichnungen auf die Platine zu schreiben

Links + Videos

- Generelle Übersicht über Schaltnetzteile:
- Sehr gut: Diode gone wild:
  - How Does a Switching Power Supply Work 1 (schematic, explanation, example, modifications)
  - How Does a Switching Power Supply Work 2 (measurements)
  - How Does a Switching Power Supply Work 3 (CCM vs. DCM)
- Naja, solala. vielleicht für Et-Technik Studis gut: Übersicht (engl. by a german guy) #79 Basics of switching mode power supplys
- Reparatur von Schaltnetzteilen an Audio und Video Geräten Teil 1 und Teil2 und Teil3 von VE99 Online
- Funktionsweise von Overload Protection

Generelle Quellen

- DiodeGoneWild (Youtube-Kanal) + Webseite
- VE99 online (Youtube-Kanal)
- TRX Lab (Youtube-Kanal)
- industrial-electronics.com (Grundlagen für Designer)

Watchlist:

- https://www.youtube.com/watch?v=B19rB_FR5Mk (Funktionsweise eines Schaltreglerchips)
- Teil3
- #79 Basics of switching mode power supplys (TRX Lab)
- How Does a Switching Power Supply Work 1 (schematic, explanation, example, modifications) und Teil2 (DiodeGoneWild)

Prüfen von Transformatoren auf Windungsschluss

Flyback-Wandler und Forward- Wandler

Es gibt Flyback- und Vorwärts-Wandler. Bei den Flyback-Wandlern wird die Energie im Kern des Trafos zwischengespeichert, d.h. wenn der primäre Transistor an ist, wird Energie lediglich in den Kern geladen, durch die Sekundärspule fließt kein Strom, weil sie dafür die falsche Polarität hat. Erst wenn der primäre Schalttransistor aus ist, dreht sich die Polarität der Sekundärspule um, und lädt die sekundären Kondensatoren.

Bei Forward-Wandlern hingegen fließt der Strom durch die Sekundärspule während die Primärspule bestromt ist.

Flyback-Netzteile sind für kleinere Leistungen bis ca 150W[1)] üblich, während Schaltnetzteile mit größeren Leistungen üblichweise Forward-Netzteile sind. Es gibt verschiedene Designs. Forward-

Wandler zeichnen sich dadurch aus, dass sie zwei Schalttransistoren besitzen (: Stimmt das auch?) und üblicherweise eine ziemlich große Drosselspule auf der Sekundärseite inklusive zwei Dioden (oder einer Doppeldiode) haben.

Systematische Vorgehensweise für Flyback-Wandler

Es gibt vielleicht schnellere Varianten, Defekte zu erkennen. Das hier ist der Ansatz, sich systematisch durchzudebuggen. Für Schnellmethoden siehe unten

Folgende Fragen klären:

1. Grobe Eingrenzung (liegt der Fehler überhaupt im Netzteil?):
    1. Kommt Strom überhaupt aufs Board? (Netzzuleitung, Stecker, etc) Durchgang prüfen.
    2. Saft drauf: Kommen hinten alle Sekundärspannungen oder mindestens eine Standby-Spannung raus? –> Falls ja, dann könnte es ggf. nicht am Netzteil liegen?
    3. Kurzer Google-Check: Gibt es einen Schaltplan zu diesem Gerät, oder zu diesem Board ? (manchmal steht auch eine Modulbezeichnung auf dem Board). Man tut sich so viel leichter mit einem Schaltplan!
2. Ist der Weg bis zum Gleichrichter in Ordnung? Durchgang prüfen.
    - Sicherung, falls vorhanden –> Wenn die durch ist, Szenario „Primärseitiger Kurzschluss“
    - Drosselspule hat Durchgang?
    - (Entstörkondensatoren, haben keinen Schluss?)
3. Sind die Gleichrichterdioden alle funktionsfähig? (Durchlass- und Sperrrichtung!) (Fix Me!: hier wär ein Prinzipbild nett) Dazu:
    - Mit Diodentester durchmessen:
    - Antastpunkte: HotGND (= die 320VDC-Masse) gegen beide AC-Pole, dann HotVCC (= +320VDC) gegen beide AC-Pole, jeweils mit beiden Multimeterpolungen
    - Besteht hinter dem Gleichrichter ein Kurzschluss?
    - Achtung: Falls der Kurzschluss hinter dem Gleichrichter sitzt, dann scheinen die Dioden keine Sperrrichtung zu haben, sondern zeigen in beide Richtungen eine Diodenspannung
4. Ist der Elko dahinter i.o.? (Schluss, Kapazität, ESR prüfen) Am besten mit LCR-Meter +
5. Saft drauf und mit DMM Spannungen messen:
    - 230V ~ bis zum Gleichrichter
    - 320V = am Siebkondensator
6. Wie viele Netzteile sind auf der Platine?
    - Die Netzteile kann man gut finden, indem man die Trafos identifiziert. Jedes Netzteil hat einen Trafo. Aber vorsicht, es gibt einige Spielarten:
        - Tipp: die Größe des Trafos gibt oft einen Hinweis auf die Ausgangsleistung
        - Manche Geräte (z.B. Audio-Verstärker) haben ein kleines Standby-Netzteil, und ein großes für den Hauptstrom, das große wird von der Sekundärseite aus ein/ausgeschaltet, z.B. über einen Optokoppler.
        - Manche Designs verwenden beim Hauptnetzteil für die Steuerung der Schalttransistor(en) einen kleinen Signaltransformator. Dieser kann dann auch als Primär/Sekundärtrennung fungieren, d.h. man spart sich den Optokoppler.
        - Manche Netzteile haben eine *Active Power Factor Correction* (PFC). (Fix Me![2]), für welche eine Spule oder Trafo verwendet wird. Man kann die PFC daran erkennen, dass die Primärseite Ihren Strom direkt aus dem Brückengleichrichter bezieht, also aus der nicht-geglätteten Spannung. (Fix Me![3])
        - Manche Entstördrosseln zur Gleichtaktunterdrückung (common mode rejection) sehen aus wie Trafos bzw. sind ja auch Trafos. Sie sitzen aber vor dem

Brückengleichrichter auf der AC-Seite. Der AC-Teil ist meist sehr übersichtlich, wenn man sich die Leiterbahnen anschaut.

7. Welches Netzteil liefert keine Spannung?
8. Gibt es einen Abschaltmechanismus (z.B. für Standby?)
    - Tipp: Anzahl Optokoppler: Jedes Logik- Signal, das von der Sekundärseite (Elektronik) aus einen Schaltregler auf der Primärseite abschalten soll, muss mit einem Optokoppler auf die Primärseite gehen. Ein üblicher Flyback-Regler benötigt genau einen Optokoppler um die Sekundärspannung zu überwachen (Feedback, oft mit TL431 realisiert).
      –> wenn es einen zweiten Optokoppler gibt, dann kann es gut sein, dass dieser zum Abschalten des Hauptnetzteils dient.
    - Wenn das Hauptnetzteil keine Spannung liefert, das Standby-Netzteil aber schon, dann kann es einfach abgeschaltet sein, oder der Fehler liegt im Abschaltmechanismus (Dauer-Aus). -
      → Zweckmäßigerweise erstmal die nächsten Punkte checken.
9. Den Regler finden und identifizieren, ggf. Pinout googeln. Wird die Primärwicklung über einen (oder mehrere) separate(n) Schalttransistor(en) geschaltet, oder ist der Transistor im Regler integriert? (=Wo ist die Primärspule angeschlossen)
10. Taktet der Schaltregler? Mit !!Trenntrafo!! und Oszi über dem Drain des Schalttransistors oder dem gesamten Schaltregler gegen HotGND (die Masse zu den 320V) messen
    - Wenn der Schaltregler nicht taktet, den Bootstrap (Fix Me! :[4] anschauen: Steht die Versorgungsspannung von dem Schaltregler-IC stabil? Wichtig: Mit dem Oszi messen!! Das DMM ist unzuverlässig !! Typischerweise müssen hier dauerhaft ca. 10-20V anliegen. Fällt die Spannung zu tief, stellt das Schaltregler-IC seine Arbeit ein.
        - Ladewiderstände die von +320V kommen + Pufferkondensator (Messen mit Oszi, ggf. Kapazität + ESR mit LCR Meter)
        - Ladevorgang der Auxilliary Winding (= die Selbstversorgungs-Windung auf der Primärseite) Kommt da was? Ist die Diode OK?
11. Signalform anschauen am Schalttransistor:
    - Schaltet der Transistor überhaupt voll durch?
    - Hiccup Mode? –> klingt nach sekundaärseitigem Kurzschluss
    - Fix Me! : Woran erkenne ich eine open Loop Detection?
      Fix Me! : Idee: Optokoppler kurzschließen?
    - Idle? Heavy Load?
    - Evtl. mit Speicheroszi den Einschaltvorgang anschauen. –> läuft der Regler an und stellt dann den Betrieb ein? –> Fix Me! was sagt mir das?
12. Kommt die Spannung auf den Sekundärwicklungen an? (ggf. alle Wicklungen!)
    - Haben die Wicklungen Durchgang?
    - Haben die Wicklungen Uchlüsse untereinander? (durchgangsprüfer)
    - Welchen Widerstand (Ohmmeter/DMM) haben die Wicklungen?
        - Fix Me! : –> Da kann man Schlüsse ziehen, wenn Wicklungen zu niedrigen Widerstand haben sind sie ggf. durchgebrannt. Siehe DiodeGoneWild
        - Fix Me! : Kann man da mit dem LCR Meter was machen?

13. Fix Me! ?? ggf. mit Speicheroszi Einschaltverhalten anschauen??
14. Ist die Gleichrichtdiode auf der Sekundärseite OK?
    - Tipp: Wenn eine Spule zwischen den zwei Dioden hängt, kann man mit dem LCR Meter messen, welche es ist. Hier wird das beschrieben (Minute 16:50)
15. Ist die Glättung dahinter OK? Messen mit Oszi, Kondensatoren mit LCR-Meter messen. Achtung bei parallelgeschalteten Kondensatoren: Kapazitätsmessung klappt, ESR-Messung ist Bullshit. Details in Teil3 * Tipp: Wenn eine Drosselspule drin ist, und auf beiden Seiten Kondensatoren, kann man die Spule rauslöten, und kann dann beide Kondensatoren einzeln messen.

Primärseitiger Kurzschluss

Wenn es auf der Primärseite einen Kurzschluss gibt, d.h. entweder die Sicherung durch ist, oder man zwischen den L und N-Anschlüssen einen Durchgang messen kann, dann…

- Grundsätzlich bei Inbetriebnahme eine Serienprüflampe verwenden, d.h. eine 230V-Glühbirne wird in Serie mit dem Gerät geschaltet. Wenn das Gerät einen Kurzschluss macht, leuchtet die Lampe. Während die Serienprüflampe dran ist, kann die Sicherung provisorisch überbrückt werden.
- Nach dem Kurzschluss suchen:
    - Kondensatoren vor dem Gleichrichter
    - Gleichrichterdioden
    - Siebkondensatoren nach dem Gleichrichter
    - Schalttransistor

(Dieser Abschnitt muss noch weiter ausgearbeitet werden)

Es gibt ein gutes Video dazu: https://www.youtube.com/watch?v=VpPML0SYkAo|

Schnellmethoden

- Mit Föhn anwärmen –> wenns dann geht, ist es wahrscheinlich einer der Kondensatoren.
- Hiccup Mode am Ausgang –> Fix Me! ??

---

1) Quelle: DiodeGoneWild

2) Gibts da mehrere Designs oder sind das alles Boost-Regler?

3) nochmal nachdenken, ob das bei allen PFC-Designs so sein muss

4) Was bedeutet der Begriff „Bootstrap“ genau? evtl. falsc verwendet!

From:
https://www.reparaturcafe-karlsruhe.de/wiki/ - **Wiki RC-KA**

Permanent link:
https://www.reparaturcafe-karlsruhe.de/wiki/doku.php?id=infosammlung:reparieren_von_schaltnetzteilen&rev=1665335239

Last update: **2022/10/09 17:07**