



Geöffneter Kippschalter mit restlos abgetragenen Kontakten und verdampftem Metall an den Innenwänden

**MIT TRAFOSCHALTRELAIS
HOHE EINSCHALTSTRÖME DÄMPFEN**

Schaltnetzteile sanft einschalten

Warum funkt es so geräuschvoll, wenn man den Stecker für das Ladenetzteil des Laptops in die Steckdose führt? Nicht nur Netzteile mit 50-Hz-Transformatoren, sondern auch Schaltnetzteile verursachen große Einschaltstromstöße, welche die Absicherung auslösen können. Allerdings ist die Ursache hier eine gänzlich andere ist als bei Transformatoren.

MICHAEL KONSTANZER

Da Schaltnetzteile, wie in **Bild 1** gezeigt, keinen eigenen Netzschalter haben, ist es aus Energiespar- und Lebensdauergründen sinnvoll, sie mit dem Schalter einer Steckdosenleiste gemeinsam ein- und auszuschalten. Dieses Vorgehen vergrößert jedoch den Einschaltstromstoß, sodass dieser die Steckdosenabsicherung auslösen kann, die meistens mit einem B-16-A-Leitungsschutzschalter ausgerüstet ist. Besonders der Kippschalter in der Steckdosenleiste wird von dem kapazitiven Einschaltstromstoß stark beansprucht und versagt schon nach wenigen 1000 Schaltungen mit verbrannten

Kontakten. Die Kontakte sind dann soweit heruntergebrannt, dass sie nicht mehr permanent leiten können und es deshalb zu ungewohnten, besonders störenden Stromaussetzern kommt (**Titelbild**).

Sind auch noch andere Verbraucher an dem abgesicherten Stromkreis angeschlossen und werden diese dann durch das Sicherungsauslösen unverhofft stromlos, kann das teure oder zumindest ärgerliche Folgen haben. Beim Verfasser lösen schon zwei zusammen eingeschaltete Laptop-Netzteile regelmäßig die B-16-A-Steckdosenabsicherung aus.

Bild 1. Schaltnetzteile, wie es als Stromversorgung für einen Laptop typisch ist

Obwohl Schaltnetzteile meist eine eigene Einschaltstromdämpfung eingebaut haben, die einen allzu großen Einschaltstrom verhindern soll, tritt dieses Phänomen immer dann auf, wenn wie im obigen Beispiel mehrere Netzteile miteinander eingeschaltet werden, weil sich dann die Einschaltströme addieren.

Mit und ohne Leistungsfaktorkorrektur

Auch Schaltnetzteile mit eingebauter Leistungsfaktorkorrektur (siehe **ⓘ-Kasten**), welche dafür sorgt, dass der aufgenommene Netzstrom sinusförmig verläuft (**Bild 2**), zeigen beim Einschalten einen Einschaltstromstoß mit hoher Amplitude (**Bild 3**). Die Leistungsfaktorkorrektur arbeitet nämlich erst im eingeschwungenen Zustand, also kurz nach dem Einschalten.

Aber auch Schaltnetzteile ohne Leistungsfaktorkorrektur erzeugen beim Einschalten hohe Einschaltstromspitzen. Schuld ist der Siebkondensator nach dem Eingangsgleichrichter eines jeden Schaltnetzteils, der die gleichgerichtete und wellige Eingangsspannung glätten muss. Er wird beim Einschalten, vor allem wenn dieses zum Beispiel zufällig im Scheitel der sinusförmigen Netzspannung stattfindet, über den Schalter schlagartig mit der hohen Netzspannung verbunden, was unweigerlich einen großen Strom in den noch leeren Siebkondensator verursacht.

Dieser Strom fließt jedoch nur für die kurze Zeit von bis zu 1 ms (**Bild 3**), was jedoch zum ungewollten, flinken Auslösen



1

der Absicherung genügt. Jeder Schaltvorgang mit einem mechanischen Schalter lässt die Kontakte für kurze Zeit nach dem ersten Berühren wieder abheben. Das wird in der Fachsprache mit Schalterprellen bezeichnet. Wenn nun beim Sich-Öffnen der Kontakte ein großer Strom fließt, was gerade beim Aufladen des Kondensators der Fall ist, dann ist der entstehende Lichtbogen besonders energiereich und führt damit zum starken Abbrand der Kontaktpaare wie im **Titelbild**.

Bild 3 zeigt den Eingangsstrom im Moment des Einschaltens des Schaltnetzteils, das mit einem mechanischen Kippschalter zufällig fast im Scheitel der Netzspannung eingeschaltet wurde. Hier sieht man einen erheblichen Einschaltstromstoß. Der große Strom fließt sofort beim Einschalten, was den gerade schließenden Schalter besonders beansprucht und die Sicherung auslösen kann.

Die Stromamplitude beträgt mit der hier gewählten Darstellung von 10 A pro Skalenteil mehr als 50 A Spitze mit einer Dauer von zirka 1 ms. Das würde schon bei zwei Stück solcher Netzteile den B-16-A-Automaten auslösen, der typischerweise die Steckdosen in Büros und Haushalten absichert. Das Schnellauslösen des B-16-A-Leitungsschutzschalters findet ab dem Effektivstrom von 80 A statt.

Den Einschaltstrom wirksam dämpfen

Eine einfache und wirkungsvolle Abhilfe bringt es, wenn man zwischen dem Einschalter und den Steckdosen der Steckerleiste, um beim oben genannten Beispiel zu bleiben, eine separate Einschaltstromdämpfung ein- oder anbaut. Damit ausgerüstete Steckerleisten sind leider noch nicht im Handel erhältlich.

WISSENSWERT

Leistungsfaktorkorrektur und EN 61000-3-2. Laptopnetzteile sind heutzutage moderne Schaltnetzteile mit eingebauter Leistungsfaktorkorrektur, die den Strom nicht nur kurz vor dem Scheitel der Netzspannung aus dem Netz ziehen, womit sie Stromoberwellen erzeugen würden. Sie entnehmen den Strom aus dem Netz während der ganzen Halbwelle und entsprechen damit dem modernsten Stand der Technik sowie den EMV-Vorschriften der Norm EN 61000-3-2. Diese fordert eine Leistungsfaktorkorrektur für Schaltnetzteile mit einer Stromaufnahme unterhalb 16 A und einer Eingangsleistung oberhalb 50 W. Die Leistungsfaktorkorrektur verringert die Erzeugung von Netzoberwellenströmen, welche das Stromnetz zusätzlich belasten und zu Störungen im Stromnetz, an Transformatoren und an anderen Verbrauchern am Stromnetz führen können.

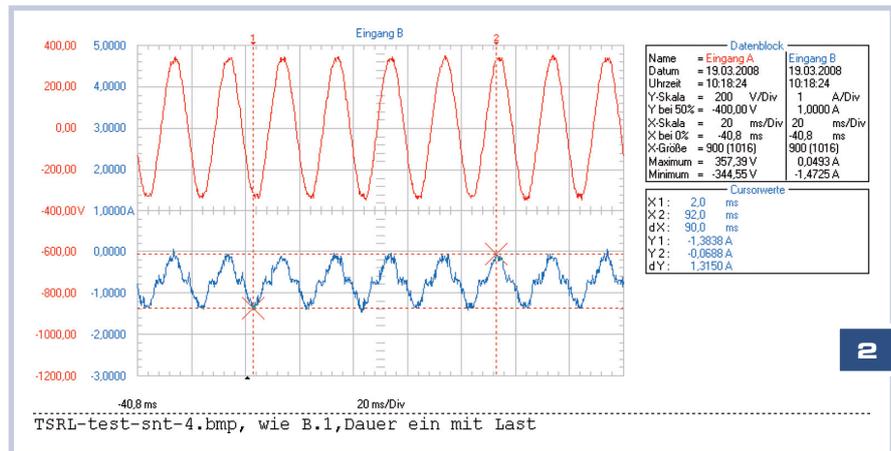


Bild 2. Dauereingangsstromverhalten eines Schaltnetzteils mit angeschlossenem Laptop; rot: Netzspannung; blau: fast sinusförmiger Eingangsstrom von etwa 1,3 A Spitze-Spitze unter Nennlastbedingungen

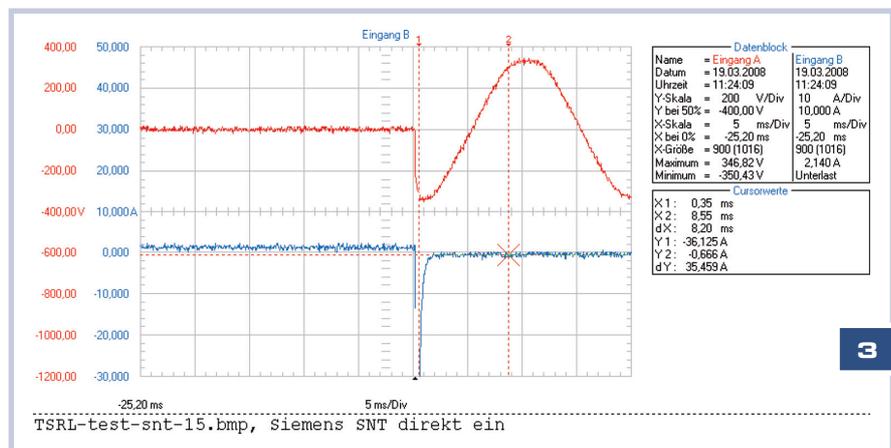


Bild 3. Gemessener Eingangsstrom im Moment des Einschaltens des Schaltnetzteils, das mit einem mechanischen Kippschalter zufällig fast im Scheitel der Netzspannung eingeschaltet wurde. Sofort beim Einschalten fließt ein sehr großer Strom

Einfache Einschaltstromdämpfungen, die aus einem Heißeiter oder anderen Vorwiderständen bestehen, sind allerdings nicht kurzschlussfest und nicht wirksam bei wiederholtem Einschalten. Wird dagegen als Einschaltstromdämpfung eine lastunabhängig arbeitende und sogar

kurzschlussfeste, elektronische Einschaltstromdämpfung verwendet, lässt sich das Sicherungsauslösen beim Einschalten solcher Schaltnetzteile sicher vermeiden.

Bild 4 zeigt ein so genanntes Trafoschaltrelais, das mit einem Gehäuse an die Steckerleiste angebaut, aber auch als Platine in die Steckerleiste eingebaut werden könnte. Ein Trafoschaltrelais wie das „TSRL 22100110“, welches mit der Option „langsames Andimmen“ ausgerüstet ist, eignet sich zum sanften Ein-

KONTAKT

EMEKO Ingenieur Büro,

79114 Freiburg,
Tel. 0761/441803,
Fax 0761/441888,
www.emeko.de



4

Bild 4. Ein Trafoschaltrelais, welches mit der Option „langsameres Andimmen“ ausgerüstet ist, eignet sich zum sanften Einschalten von Transformatorenlasten oder Schaltnetzteilen

schalten sowohl von Transformatorenlasten als auch von Schaltnetzteilen.

Ein Anwender dieser Trafoschaltrelais schaltet beispielsweise nachts über eine Schaltuhr bis zu 16 Laptop-Netzteile zum Aufladen der Laptop-Akkus gleichzeitig ein, ohne dass die gebäudeseitige B-16-A-Absicherung dabei auslöst.

Die Messung in **Bild 5** zeigt das zunehmende Vorladen mit angeschnittenen Spannungsimpulsen und das anschließende Volleinschalten. Weil das Netzteil belastet ist, muss nach dem Volleinschalten noch verstärkt nachgeladen werden, weshalb in der ersten positiven Halbwelle noch eine 3-A-Stromspitze entsteht, die klein ist, wenn man sie mit der 50-A-Stromspitze im **Bild 3** vom Direktinschalten vergleicht.

Das schrittweise Vorladen mit Spannungsabschnitten, die langsam größer werden, lädt den Siebkondensator im Netzteil immer höher auf, wobei er jedes Mal einen kleinen Strom aus dem Netz ent-

nimmt. Die maximale Stromamplitude beim Volleinschalten beträgt bei der hier gewählten Darstellung von 1 A pro Skalenteil etwa 3 A Spitze, und der Peak ist oben schmaler als 1 ms nach dem Volleinschalten. Auch wenn 16 Stück solcher Netzteile zusammen eingeschaltet würden, könnte dabei ein B-16-A-Automat nicht auslösen. Die größeren werdenden Spannungsabschnitte verursachen auch hier jedes Mal nur einen kleinen Stromstoß von zirka 2 A Spitze bei etwa 100 μ s Dauer. (ml)



DER AUTOR

MICHAEL KONSTANZER leitet das EMEKO-Ingenieurbüro in Freiburg.

www.EL-info.de

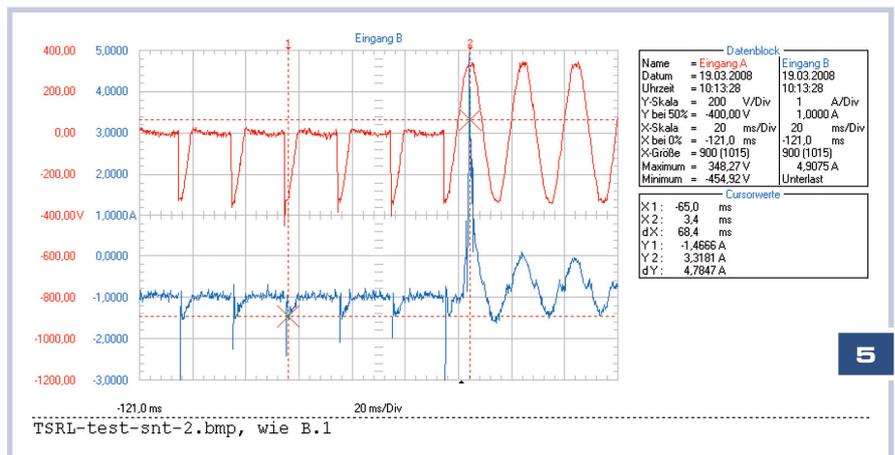
395201



FAZIT

Softies für die Steckerleiste.

Obwohl Schaltnetzteile meist eine eigene Einschaltstromdämpfung besitzen, kann beim gleichzeitigen Einschalten mehrerer solcher Geräte an einer Steckerleiste ein großer Einschaltstromstoß auftreten. Eine Leistungsfaktorkorrektur allein kann dieses Problem nicht beseitigen. Eine wirksame Dämpfung versprechen Trafoschaltrelais, die beispielsweise als Platine in die Steckerleiste integriert werden könnten. Trafoschaltrelais mit der Option „langsameres Andimmen“ eignen sich zum sanften Einschalten sowohl von Transformatorenlasten als auch von Schaltnetzteilen.



5

Bild 5. Ein Schaltnetzteil wird hier mit einem Trafoschaltrelais „TSRL 22100110“ sanft eingeschaltet. Die Spannungsimpulse steigen hier von kleinen Amplituden ausgehend schrittweise bis zum Scheitel der Netzspannung und laden somit den Siebgleichrichter Schritt für Schritt vollkommen auf, bevor voll eingeschaltet wird. Das Volleinschalten entspricht dem Beginn der vollen Sinusschwingung der Netzspannung