

Stromspitzen beim Einschalten von kapazitiven Lasten machen oft Probleme!

Beschreibung einer Problemlösung am Beispiel für eine benötigte Einschaltstrom-Begrenzung für Schaltnetzteile. Diese speisen viele Antriebe für Parallel-Ausstell-Flügel, PAF, (Belüftungs-Klappen), in Hochhausfenstern.

Konkreter Fall:

Bild 1 zeigt ein kleines Schaltnetzteil mit nur 24VA Leistung als Stromversorgung für einen Linearantrieb, oben im Bild. Der Antrieb betätigt die Parallelausstellflügel, PAF, welche für die Belüftung und die Entrauchung von Hochhäusern sicher öffnen müssen. Siehe unten im Bild 7 dargestellt.

Problem dabei:

Bei der bisherigen Direktansteuerung der Schaltnetzteil-Steuer-Eingänge mit 230V über eine Intelligente Klemme von Wago, Relais 750-517, welche die Klappenfunktionen AUF und ZU steuern, kommt es zu Verklebungen deren Schaltkontakte, weil die Relais nur 1A Nennstrom bei 230VAC schalten können. Sie schalten asynchron zum Verlauf der Netzspannung sofort nach dem Ansteuerbefehl ein und das eben auch manchmal im Scheitel der Netzspannung.

Erklärung der Ursache: Beim unvermeidlichen Prellen eines jeden Schaltkontaktes kommt es zur Oberflächen-Aufschmelzungen der Kontakthälften, wenn der dabei entstehende Lichtbogen einen **höheren Strom führt** als für den Kontakt zulässig ist. Das ist beim Einschalten von kapazitiven Lasten meistens der Fall, weil der Ladestrom für den Spannungszwischen-Kreis-Kondensator des Schaltnetzteiles sofort nach dem ersten Berühren der Schaltkontakte fließt und deutlich größer als der Nennstrom des Netzteiles ist. Siehe Bild 3.

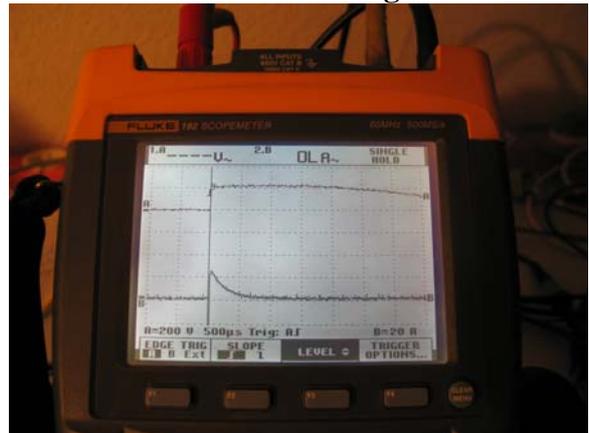
Bild 1. Schaltnetzteilplatte für Klappenantrieb, darüber der Antrieb.



Schaltnetzteil im Kunststoffgehäuse, mit Schutzklasse 2.

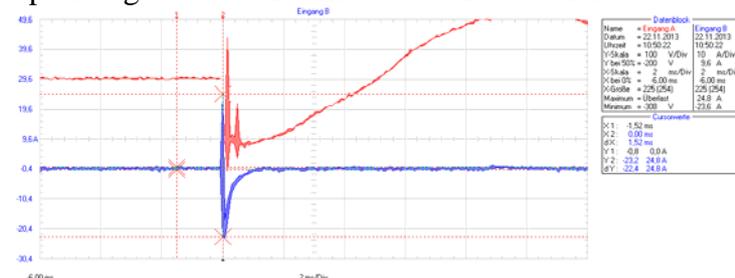
Bild 2 zeigt ein Schirmbild-Foto der Messung des Einschaltstromes beim zufälligen Direkteinschalten in der Nähe des Spannungsscheitels, wie es durch das Ansteuer-Relais, vom Typ Wago 750-517 bisher geschehen ist.

Bild 2. Schirmbild des Meßgerätes.



Es werden ca. 24A peak Einschaltstrom gemessen. Oben auf dem Schirm ist der Spannungs-, unten ist der Stromverlauf mit 20A pro Div. zu sehen. Der gedehnte Zeitmaßstab ist 0,5 msec. pro Div.

Bild 3 zeigt eine weitere Messung beim Einschalten des Schaltnetzteiles mit einem Relaiskontakt in der Nähe vom Spannungsscheitel. Zeitmaßstab = 2 msec./Div.



canzler_snt_direkt_einsch-10.bmp, I = 24,8 Apeak

Die rote Kurve zeigt die Spannung, die blaue Kurve zeigt einen Strom Peak von 11,6A. (Es wurden maximal 24A peak gemessen, wenn genau im Netzspannungsscheitel eingeschaltet wurde.) Hier mit dem Maßstab 10A / div. Dargestellt.

Schlecht für den Relais Kontakt:

Deutlich ist im Bild 3 das Schalterprellen von ca. 0,4msec. Dauer an der roten Spannungskurve zu sehen. Das Schalterprellen findet genau während dem hohen Strom Peak, blaue Kurve, statt. Ein hoher Strom beim Schalterprellen bedeutet, dass sich die Kontaktoberflächen durch den beim Kontaktöffnen entstehenden Lichtbogen aufschmelzen und die Gefahr der Kontaktverklebung beim Wieder-Schließen am Ende des Prellens besteht.

Was beim Probetrieb der Klappenantriebe auch bei den Ansteuerrelais tatsächlich geschehen ist und damit die sichere Steuerfunktion der Klappen verloren ging.

Deshalb wurde nach einer robusten und sicheren Lösung des Problems gesucht.

Wie der Strom bei Belastung des Antriebs mit mechanischer Druckbelastung der Spindel aussieht, wurde außerdem gemessen. Der Dauer-Leerlaufstrom auf der Netzseite ist mit 0,053Apeak nur gering. Es wurde außerdem gemessen, dass sich bei mechanischer Belastung der Einschaltstrom nicht erhöht, sondern nur der Dauer-Laufstrom, weil der Motor erst nach dem Aufladen des Spannungszwischenkreis-Elkos losläuft. Nach dem Einfahren in die Endstellung der Spindel mit anschließendem erneutem Einschalten unter starker Federspannung am Anschlag der Spindel, wurde keine Erhöhung des Einschaltstromes festgestellt.

Abhilfe der Einschaltstromprobleme:

Bild 4 zeigt den Labor-Mess-Aufbau, wobei mit einem nullspannungsschaltenden Trafoschaltrelais, TSRL, das Schaltnetzteil eingeschaltet wird, um den Einschaltstrom zu reduzieren.

Bild 4. Messaufbau.



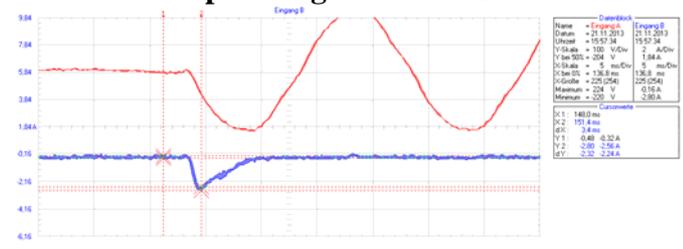
Bild 5, mit dem Trafoschaltrelais, mit Option Nulldurchgangsschalter, läßt sich das Schaltnetzteil immer im Spannungsnulldurchgang einschalten.



Dabei erfolgt der Spannungsanstieg nicht abrupt sondern sinusförmig ansteigend, wie es im Bild 6 zu sehen ist.

Das TSRL ist ein Hybridrelais, welches mit einem Thyristor einschaltet, der anschließend mit einem Relaiskontakt überbrückt wird.

Bild 6 zeigt eine Messkurve vom Einschalten mit dem Nullspannungsschalter TSRL.



Canzler SNT mit TSRL einsch-01.bmp A= U an SNT-EING.Einsch. im Nulldurchgang; B= I in TSRL Eing. dI=m 2,3Apeak, Tritt erst ca.150msec. nach Netz an TSRL auf. Siehe Schaltplan: TSRL-appl-Canzler-2.pdf, EMEKO, Freiburg, den 21.11.13

Das Einschalten geschieht immer zu Beginn der negativen Netzhalbperiode. Der Strommaßstab ist hier 2A/div.

Die kritische Stromhöhe im Bild 3, die beim Direkteinschalten zum Kontaktverkleben des Relais führt, ist im Bild 6 mit dem TSRL um Faktor 10 geringer als beim Einschalten im Spannungsmaximum. Der Einschaltstrom findet außerdem zeitlich erst nach dem längst abgeklungenen Kontaktprellen des weiterverwendeten Ansteuerrelais statt.

Fazit:

Die verwendeten Wago Relais-Klemmen, 750-517, die bei 230VAC nur 1 A Nennstrom schalten können, werden mit dem TSRL bei diesem erstens geringen Überstrom sicher nicht mehr verschweißen. Sie können das auch zweitens gar nicht mehr, weil der 2A Einschaltstrom erst ca. 140 msec. nach dem Kontaktschluss des Wago-Relais erscheint, weil das TSRL dann erst betriebsbereit ist und dann das Schalt-Netzteil einschaltet. Zu diesem Zeitpunkt prellt aber das Wago Ansteuerrelais schon lange nicht mehr. Die Prellzeit ist ungefähr 1-2 msec. lang. Es braucht deshalb nach dem Einbau der TSRL nicht gegen ein stärkeres Steuerrelais ausgewechselt zu werden..

Der 2A Einschaltstrom tritt also sicher außerhalb der Relais Prellphase auf. Das **Kontaktverkleben** ist dagegen beim Direktschalten mit der 24A Stromhöhe und der 0,5 Millisekunden Dauer beim Prellen an ca. 10% der Wago Relais schon in der Testphase der Klappenantriebe vorgekommen. Siehe auch Datenblattkopie der Wago Busklemmen auf Seite 4.

Bild 7, ist um 90 Grad nach rechts gedreht und zeigt die Ansicht der Fenster von innen mit offener PAF Abdeckung.



Der Einbau der TSRL, siehe Bild 7, in den freien Raum hinter der PAF Abdeckung und

unterhalb des Antriebs wäre möglich. Es soll dafür aber eine eigene Box hergestellt werden, in der die Einschaltstromdämpfungen für 4 Stück PAF eingebaut sind.

Handelsübliche **Einschaltstrombegrenzer**, die mit einem verzögert überbrückten 3,5 Ohm Vorwiderstand arbeiten, scheiden aus, weil deren Vorwiderstand zu niederohmig ist und den Strom damit nicht unter 24A begrenzen kann. ($320V / 3,5 \text{ Ohm} = 91A$.)

Einschaltstrombegrenzer die mit **Heißbleitern** arbeiten, benötigen eine Abkühlzeit, die wegen dem Tippbetrieb der Klappenantriebe nicht gegeben werden kann.

Außerdem ist zu bedenken, dass die TSRL gegenüber den Einschaltstrombegrenzern kurzschlussfest sind bei Absicherung mit B16 LSS. Die TSRL sind seit über 15 Jahren bewährt, auch unter sicherheitsrelevanten Bedingungen, wie Verkehrsampeln und Krankenhausgeräten eingebaut.

Handelsübliche nullspannungsschaltende Halbleiterrelais eignen sich in diesem Fall ebenfalls nicht zur Einschaltstrombegrenzung, weil sie erstens eine zusätzliche separate 24V Speisung für die Steuersignale benötigen würden und zweitens nur als sogenannte „Zweidrähter“, in Reihe zur Eingangsnetzspannungsphase geschaltet, keinen Bezug zum N-Pol der Netzspannung besitzen, was dann das sichere Nullspannung-einschalten, besonders bei kapazitiver Last und nur Strombezug im Scheitel einer jeden Netzhalbwellen, verhindert.

Ausführung der Einschaltstromdämpfungen: Es erfordert keinerlei Entwicklung, wenn die TSRL vom Hersteller FSM-AG von einer Fremdfirma in eine dafür angefertigte Hohlbodenbox montiert werden. Die TSRL sind langjährig erprobt. Die TSRL haben als Seriengerät die verschärfte EMV Prüfung bestanden. Alle Bauteile sind UL konform.

Montagekosten entstehen nur für den Einbau der TSRL in eine Hohlbodenbox und deren Verdrahtung und dem Einfügen von 4 neuen Kabeln von der Wago Box zu den Eingängen Dämpferboxen.

Bild 8: Schaltplan der Dämpferbox mit den 8 TSRL, je 2 pro Klappe, in der Hohlbodenbox.

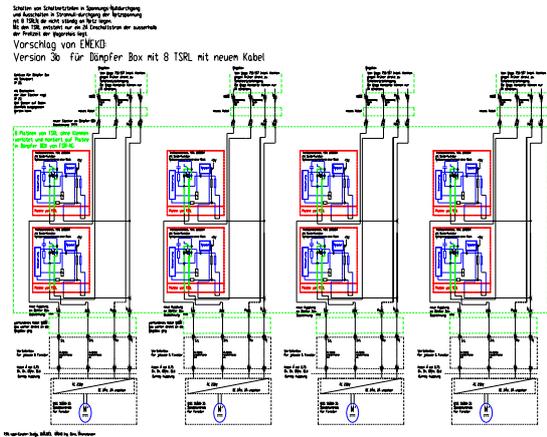


Bild 9:
Datenblatt der Wago Busklemmen 750-517

8 • Busklemmen

Wago 750-517

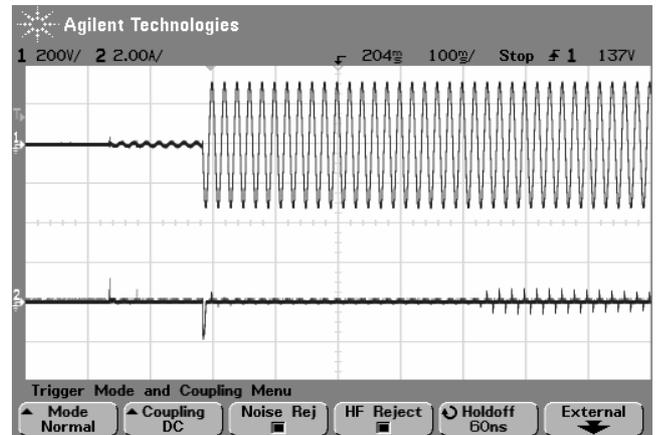
2.1.1.5 Technische Daten

Klemmenspezifische Daten	
Anzahl der Ausgänge	2 Wechsler
Stromaufnahme _{max} (intern)	90 mA
Schaltspannung	AC 250 V/DC 300 V
Schaltstrom _{max}	AC 1 A DC 1 A bei DC 40 V DC 0,15 A bei DC 300V
Schaltstrom _{min} (empfohlen)	100 mA (DC 12 V)
Schaltfrequenz _{max}	6/min (bei Nennlast)
Ansprechzeit _{max}	8 ms
Abfallzeit _{max}	4 ms
Kontaktmaterial	Silberlegierung
Schaltspiel mechanisch _{min}	5x10 ⁶ (180 Schaltzyklen / min)
Schaltspiel elektrisch _{min}	1x10 ⁶ (AC 1 A/250 V / ohmsche Last)
Potentialtrennung	1,5 kV _{eff} (System/Feld)* *2,5 kV Bemessungs-Stoßspannung Überspannungskategorie III
Datenbreite intern	2 Bit out
Abmessungen (mm) B x H x T	12 x 64* x 100 * ab Oberkante Tragschiene
Gewicht	ca. 55 g
Normen und Richtlinien (vgl. Kapitel 2.2 im Handbuch zum Koppler / Controller)	
EMV CE-Störfestigkeit	gem. EN 50082-2 (96)
EMV CE-Störaussendung	gem. EN 50081-1 (93)
EMV-Schiffbau-Störfestigkeit	gem. Germanischer Lloyd (97)
EMV-Schiffbau-Störaussendung	gem. Germanischer Lloyd (97)

Bild 10.

PAF auffahren:

Messung am eingebauten Antrieb: Einschalten des Schaltnetztes mit dem TSRL.



Kanal 1: U_a, Ausgang des TSRL (bei „Auf“)

Kanal 2: I_L, Gesamt-Laststrom.

Anmerkung: Erst etwa 400ms nach dem das Schaltnetzteil des PAF eingeschaltet wurde, wird der Motor vom Schaltnetzteil bestromt und der Antrieb in Bewegung gesetzt.

Schaltnetzteil-für Klappenantriebe-sanft einschalten.doc, emeko ing.büro, 23.12.2013

