

Willkommen in der Mikrocontroller.net Artikelsammlung. Alle Artikel hier können nach dem Wiki-Prinzip von jedem bearbeitet werden. [Zur Hauptseite der Artikelsammlung](#)

Snubber

Aus der Mikrocontroller.net Artikelsammlung, mit Beiträgen verschiedener Autoren (siehe Versionsgeschichte)

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Dimensionierung
 - 2.1 Leistungsanpassung
 - 2.2 Beispiel TRIAC
- 3 Snubberless
 - 3.1 Mögliche Anordnung eines Snubbers
- 4 Zusammenfassung
- 5 Weblinks

Einleitung

Ein Snubber (engl. für Dämpfer) ist eine Schaltung, welche an Schaltelementen auftretende Belastungen durch schnelle Schaltvorgänge vermindert. Immer, wenn ein Schwingkreis - also eine Schaltungsanordnung aus mindestens einem L und mindestens einem C - vorhanden ist, besteht die Gefahr einer nicht erwünschten Schwingung. Eine Schwingung entsteht durch Anregung dieses Schwingkreises z. B. durch einen Schaltvorgang. Um die Amplitude dieser Schwingung, etwa einen Schaltvorgang bei induktiver Last, zu bedämpfen kann ein Snubber eingesetzt werden. Damit werden sowohl kabelgebundene Störungen, als auch eine Abstrahlung (EMV) wirksam unterdrückt. Die Folge mangelnder Entstörung reicht vom gestörten Radioempfang bis zur Zerstörung des Schalters. Bei Solid State Relais oder Triacs/Thyristoren ist ein Snubber besonders zu empfehlen (bei induktiver Last sogar Pflicht), da diese sonst bei zu schnell steigender Spannung ohne anliegenden Schaltstrom durchschalten können.

Ein angeregter Schwingkreis schwingt mit seiner Resonanzfrequenz gemäß der Thomsonschen Schwingungsgleichung:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

Die abzubauenende Energie errechnet sich aus:

$$E = \frac{1}{2}L \cdot I^2 \text{ oder } E = \frac{1}{2}C \cdot U^2$$

Wenn keine genaueren Angaben zur Last vorliegen, sind 47-100Ω (1W, kein Drahtwiderstand) und 47-100nF (X2!) gute Standardwerte für Snubber bei Triacs oder Relais, die 230V Lasten schalten.

Dimensionierung

Um die Amplitude dieser Resonanzschwingung zu verändern = zu bedämpfen, kann ein Widerstand parallel (oder in Reihe) zum Schwingkreis geschaltet werden. Es gibt viele verschiedene Auslegungsrichtlinien für Snubber, und eigentlich erfüllen alle ihren Zweck. Im Folgenden wird ein Snubberdesign beschrieben, das man als "Resonanzmethode" bezeichnet.

Leistungsanpassung

Leistungsanpassung erreicht man, wenn der Dämpfungswiderstand der Impedanz des LC-Schwingkreises entspricht.

Berechnung des Snubber-Widerstandes

Der Wert des Parallelwiderstandes im Verhältnis zum imaginären Widerstand des Schwingkreises definiert die Stärke der Dämpfung. Ist der Widerstand zu klein, sind die Verluste im Widerstand groß, ist der Widerstand zu groß, ist die Dämpfung nicht ausreichend.

Der Snubberwiderstand berechnet sich wie folgt: $R_{sn} = \sqrt{\frac{L}{C}}$

Der reale (*ohmsche*) Widerstand dämpft frequenzunabhängig (*abgesehen von parasitären Einflüsse*) und erzeugt einen dauerhaften Stromfluss, der die Güte der Induktivität senkt, und damit den Wirkungsgrad verschlechtert. Um dies zu vermeiden wird ein Kondensator in Reihe zum Widerstand geschaltet, der im Bereich der Resonanzfrequenz des zu bedämpfenden Schwingkreises niederohmig genug sein muss.

Berechnung des Snubber-Kondensators

$$C_{sn} = 10 \cdot \frac{\sqrt{L \cdot C}}{R_{sn}},$$

wobei L und C die Resonanzfrequenz bestimmen. Dies zeigt sich in der "**Thomsonschen Schwingungsgleichung**".

R_{sn} eingesetzt für $\sqrt{\frac{L}{C}}$, umgestellt nach C_{sn} , für f wird $\frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$ eingesetzt.

ACHTUNG:

1. Für den Kondensator ist bei Netzanwendung aus Sicherheitsgründen ein **X2** Typ erforderlich. (Zu Testzwecken - und NUR dafür, denn diese ungeeigneten Kondensatoren WERDEN irgendwann durchschlagen und üblicherweise ist Feuer, meist am Serienwiderstand, die Folge (!) - ist notfalls eine Serienschaltung von 2x 630V Typen mit doppelter Kapazität kurzfristig ausreichend).
2. Bei höheren Schaltfrequenzen als ein paar hundert Hertz ist ein impulsfester - bzw. ein spezieller Snubber - Kondensator anzuraten. C_{sn} muß über R_{sn} und den restlichen Leistungskreis entladen werden, bevor die nächste Schaltperiode beginnt, d.h.

$$5 \cdot R_{sn} \cdot c_{sn} < \frac{1}{f}.$$
3. Für Neondrosseln mit normaler Vorschalt-drossel ist $R_{sn} = 10 \text{ k}\Omega$ ein sinnvoller Wert, da der LC Schwingkreis (großes L aus Vorschalt-drossel) sonst nicht genug bedämpft ist.

Verlustleistung im Snubber-Widerstand

Die Verluste im Widerstand errechnen sich zu

$$P = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot C_{sn} \cdot U_{Netz}^2 \cdot f_{schalt} = C_{sn} \cdot U_{Netz}^2 \cdot f_{schalt}$$

und sind damit stark abhängig vom Wert des Kondensators.

Dämpfungsfaktor

Der erreichte Dämpfungsfaktor - der sich idealerweise im Bereich von 0,5 bewegen sollte (siehe oben) - kann wie folgt berechnet werden:

$$p = \frac{1}{2} R \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

Beispiel TRIAC

Wenn ein TRIAC im leitenden Zustand ist, endet der Stromfluß erst dann, wenn der fließende Laststrom unter den Haltestrom fällt bzw. durch Null geht. Bei einer induktiven Last ist der Strom-Nulldurchgang erst nach dem Spannungs-Nulldurchgang. Diese Phasenverschiebung hängt vom induktiven Anteil der Last ab. Je größer die Phasenverschiebung ist, desto später schaltet der Triac ab und desto höher ist die INVERTIERTE Spannung. Beim Abschalten findet jetzt also eine SEHR SCHNELLE Spannungsänderung statt. Triacs erlauben nur ein recht kleines dU/dt , eine Überschreitung führt dazu, daß der Triac gleich wieder zündet. Dieser Vorgang - "Über-Kopf" Zündung genannt - führt über kurz oder lang zur Zerstörung des Triacs und wird durch eine passende RC-Beschaltung am Triac verhindert. Neuere Triacs („snubberless“-Typen) sind in der Lage, diesen Spannungsanstieg auch ohne RC-Glied zu bewältigen.

Bild folgt

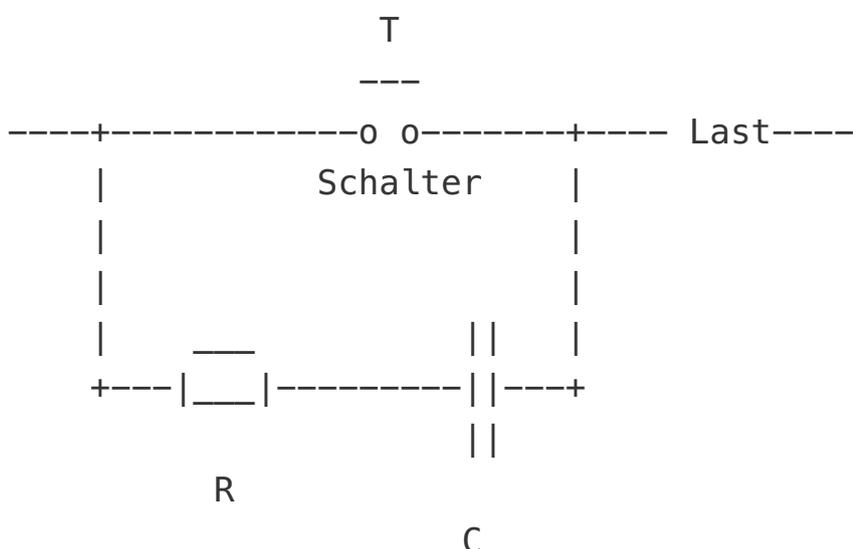
Bei rein ohmschen Lasten ist ein Snubber nicht zwingend erforderlich. Absolute Sicherheit - ob ein Snubber notwendig ist oder nicht - erhält man nur, wenn die Schaltflanke auf dem Oszi keine größeren Überschwinger bzw. Schwingungen aufweist.

Snubberless

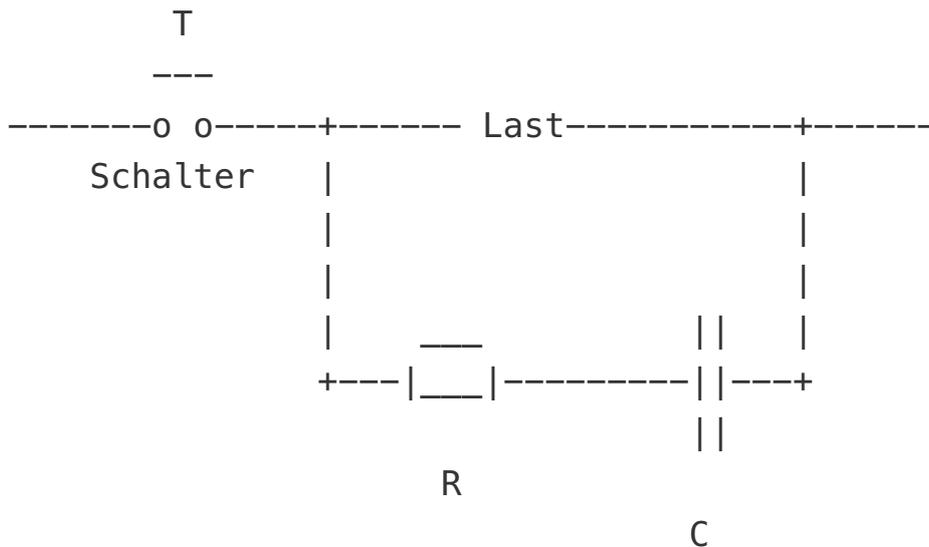
Ist ein eingetragenes Markenzeichen von ST (siehe Reihen BTA16-600BW, BTA16-600CW) Bei anderen Herstellern daher häufig mit dem Beisatz "Alternistor Triac (3 Quadrants)" zu finden. - Littlefuse z.B. (mit Q8016LH4 "H" steht dort für die Alternistor Reihen) - WeEn (ehemals NXP) labeln unter "High Commutation" ("Hi-Com") (BTA316-800B0,127 "series B0")

Mögliche Anordnung eines Snubbers

Über dem Schalter:



Oder über der Last:



Erstere Möglichkeit hat den Vorteil, dass der Strom beim Abschalten zunächst den Weg über den Snubber nimmt und daher nur langsam stoppt. Es werden also weniger Störungen erzeugt, denn das Abschalten erfolgt nicht abrupt. Der Nachteil dieser Schaltung ist allerdings, dass bei Wechselspannung der Kondensator einen Blindwiderstand darstellt, der auch bei ausgeschaltetem Schalter einen Stromfluss ermöglicht. Bei 100Ω und 100nF hätte dieser Schalter eine Impedanz von etwa $31,8\text{k}\Omega$. Bei 230V fließen hier also ein paar mA in die Last, was bei einigen Lasten ein periodischen Starten ermöglicht, wie z. B. bei Energiesparlampen die alle paar Sekunden kurz aufblitzen, oder Schaltnetzteile.

Bei der zweiten Möglichkeit wird der Stromfluss vom Schalter hart unterbrochen, er erzeugt also mehr Störungen als bei der ersten Variante. Der Snubber hat hier nur die Aufgabe bei induktiven Lasten die darin gespeicherte Energie zu vernichten und so den Abschaltfunken beim Relais zu minimieren. Dafür ist im abgeschalteten Zustand der Stromfluss auch wirklich komplett unterbrochen.

Zusammenfassung

1. R_{sn} berechnen, den nächst größeren Widerstand wählen. Verluste im Widerstand berechnen, Leistung des Widerstandes auswählen. Achtung: Die Spannungsfestigkeit der $1/4\text{W}$ oder $1/2\text{W}$ Typen ist normalerweise **nicht** für Netzspannung geeignet. Als Abhilfe können zwei oder mehrere Bauteile in Serie geschaltet werden.
2. C_{sn} berechnen, den nächst kleineren Kondensator wählen.
3. Snubber aufbauen und mit kürzest möglichen Anschlußdrähten DIREKT an den Triac schalten.
4. Ein zusätzlicher Varistor $410\text{V}..460\text{V}$ z. B. S10K460 über den TRIAC schafft die nötige Sicherheit gegen Überspannungsspeaks.

5. Bei induktiven Lasten eine Drossel in Reihe zum Triac schalten ($10\mu\text{H}$.. $47\mu\text{H}$) um hochfrequente Anteile zu unterdrücken und damit vom Stromnetz fernzuhalten. Achtung auf die Stromtragfähigkeit. Stabkerndrosseln sind wegen der hohen Streufelder nicht zu empfehlen.
6. Ein [Diagramm](#) sowie [Forumsbeitrag](#) zur einfachen und schnellen Snubberdimensionierung

Weblinks

- [Weitere Informationen in der DSE-FAQ](#)
- [Application Note von ON Semiconductor](#)
- [Hilfreiche Erklärung](#)
- [Entwicklungshilfe für Snubber, web.archive.org, englisch](#)

Kategorie:

- [Leistungselektronik](#)
-