



Custom
Engineered
Solutions for
Tomorrow

Reed Technologie



standexmeder.com

Grundlagen der Reedtechnik

Allgemeine Beschreibung des Reedschalters	7
Die Funktion des Reedschalters	8
Magnetische und elektrische Parameter für Reed-Bauelemente	10
Wie arbeiten Reedschalter und Magnete zusammen	18
Reedsensoren im Vergleich zu Halleffektsensoren	25
Reedschalter im Vergleich zu mechanischen Mikroschaltern	28

Magnete

Magnete und deren Eigenschaften	29
Handhabungshinweise für Magnete	34
Magnetisierung	35

Vorsichtsmaßnahmen

Mechanische und elektrische Schutzmaßnahmen für Reedschalter in Relais- und Sensorapplikationen	37
Kontaktschutz – Elektrische Schutzbeschaltung	41
Kontaktschutz – Schutzbeschaltungen der Reedschalter	43

Ampere-Turns (AT) versus Millitesla (mT)

Vergleich zwischen Amperewindungen (AW, AT) und Millitesla (mT)	45
---	----

Anwendungsbeispiele

Applikationen für Reedschalter und Reedsensoren	51
Anwendungen für Automotive und Transport	53
Marine und Bootsanwendungen	56
Intelligente Anwendungen für Zuhause	57
Schutz und Sicherheit	60
Medizin	61
Test- und Messtechnik	62
Telekommunikation	63
Weitere Applikationen	64

Reedrelais

Der Reedschalter als Schaltelement in einem Reedrelais	65
Applikationen für Reedrelais	66
Magnetische Interaktion in Reedrelaisanwendungen	67
Reedrelais im Vergleich zu Solid-State und mechanischen Relais	73
7 GHz HF-Reedrelais – Applikationen	74
Applikationshinweis für Messungen im Frequenz- und Zeitbereich an HF-Relais	76

Lebensdauer

Anforderungen an die Lebensdauer	85
--	----

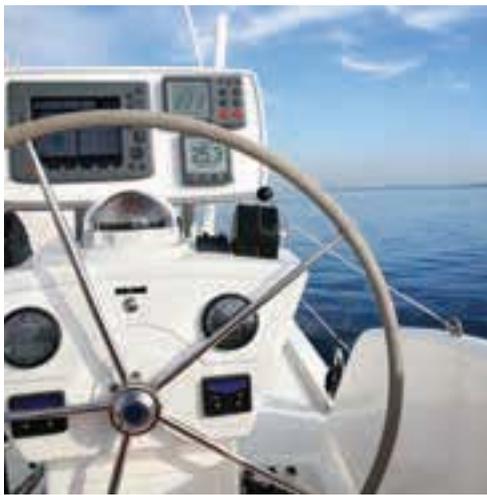
Schaltabstand	86
-------------------------	----

Glossar	90
-------------------	----



PRODUKTE UND LÖSUNGEN –
SO UNTERSCHIEDLICH
WIE DIE MÄRKTE,
DIE WIR BEDIENEN.





DAS UNTERNEHMEN

Standex-Meder Electronics ist weltweiter Marktführer in Design, Entwicklung und Produktion von Standardversionen und Sonderanfertigungen elektromagnetischer Bauteile und Innovationen auf der Basis von Reed Schaltern.

Unser Produktangebot magnetisch betätigter Bauelemente umfasst Planar Transformatoren, Rogowski-Spulen, Stromwandler, Nieder- und Hochfrequenztransformatoren sowie induktive Bauelemente. Unsere auf Reed-Technologie basierenden Produktlösungen beinhalten Reed Schalter der Marken Meder, Standex und OKI, sowie den kompletten Produktbereich Reed Relais. Ferner ein umfassendes Spektrum von Level-, Näherungs-, Strömungs-, Klimaanlagekondensat-, hydraulischen Differenzdruck-, kapazitiven, leitfähigen und induktiven Sensoren

MARKTÜBERSICHT

Wir bieten technische Produktlösungen für ein breites Spektrum von Produktenwendungen in einer Vielzahl von Märkten:

- Allgemeine Industrie
- Alternative Energien
- Automatisierung
- Automotive/Verkehr
- Beleuchtungstechnik
- Energieversorgung
- Haushaltsgeräte
- Hobby und Freizeit
- Hydraulik und pneumatische Antriebe
- Intelligente Netzsysteme
- Kommunikations-technik
- Lebensmitteltechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Lüftungs- und Klimatechnik
- Medizin
- Mess- und Regeltechnik
- Messgeräte
- Nutzfahrzeuge
- Offroad
- Rüstungsindustrie
- Sicherheitstechnik
- Strömungstechnik
- Test- und Messtechnik





KUNDENORIENTIERTE INNOVATIONEN. TECHNISCHE FÄHIGKEITEN AUF WELTWEIT ERSTKLASSIGEM TOPNIVEAU.

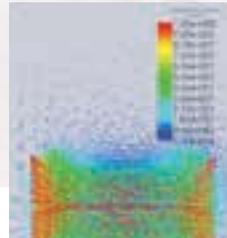
ENGAGEMENT & KERNKOMPETENZ

Standex-Meder Electronics hat sich der absoluten Kundenzufriedenheit und der kundengesteuerten Innovation verpflichtet und bietet im Rahmen einer globalen Organisation weltweite Vertriebsunterstützung, Entwicklungskapazitäten und technische Ressourcen.

Neben dem Hauptsitz in Cincinnati, Ohio, USA verfügt Standex-Meder Electronics über acht Produktionsstätten in sechs Ländern (USA, Deutschland, China, Mexiko, Großbritannien und Kanada).

PRODUKTION

- Automatische Reed Schalterprüfung und -sortierung
- Spulenkörper- und Ringkernbewicklung
- Umspritzen und Einhausen von Spulen
- Transfermoulding
- Hot Melt Niederdruckspritzguss Verfahren
- Automatische SMD-Bestückung mit optischer Inspektion
- Plasmaoberflächenbehandlung
- Kunststoffspritzguss und Einlegespritzguss
- Zwei Komponenten Verguss
- Folgeverbund Stanzen
- Reflow-, Selektiv- und Wellenlöttechnologie
- Reed Schalterproduktion
- Automatische Sensormontage
- Entwicklung und Produktion von Transformatoren
- Edelstahlbearbeitung und präzises Laserschweißen





ENTWICKLUNG

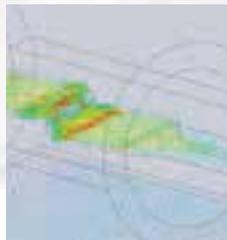
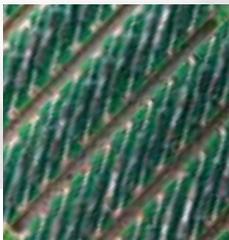
- Entwicklung elektronischer und magnetischer Sensoren
- Schaltungsentwicklung und Leiterplattendesign
- Patentierte Leitwert-Sensoren
- Patentierte induktive Sensoren
- 3-D CAD Darstellungen
- 3-D Scanning von Schaltpunkten
- EMS Software für magn. Simulationen
- PCB Prototypenherstellung
- Schnelle Prototypenanfertigung mit 3-D Drucker

TEST- & MESSTECHNIK

- Automatische Bestückungs- und Prüfsysteme
- Umwelt- und Beständigkeitstests
- Lebensdauertest
- Fluxmeter
- Nanovoltmeter
- Picoamperemeter
- Abreißkraft-Prüfstand
- Gauss- / Teslameter
- Hochspannungs- und Isolationsprüfgeräte

QUALITÄTS- / LABORMERKMALE

- Zertifizierung nach AS9100, ITAR, DIN EN ISO9001, ISO/TS16949
- Voll ausgestattete und zertifizierte Testlabore
- Burn-In und Lebensdauertest
- Eigene mechanische Bearbeitung (Werkzeugbau)
- Corona Entladungs Testgerät
- Mikroskopische Untersuchung/DPA
- Dichtigkeitsprüfung
- Schichtdicken Messgerät
- Salzsprühnebel und Lötbarkeitstest
- Auszugskraftmessung
- Temperaturwechsel- und Klimatest
- Mechanische Schock- und Vibrationstests



Notizen

Allgemeine Beschreibung des Reedschalters

Der Reedschalter hat seinen Ursprung in den USA und wurde dort von Bell Labs Ende 1930 entwickelt. Ab 1940 gab es bereits erste Industrieanwendungen für Reedsensoren und Reedrelais – hauptsächlich in einfachen, magnetisch ausgelösten Schaltfunktionen und ersten Modellen von Testgeräten. Ende der 40er Jahre war es die Firma Western Electric, die Reedschalter in Telefonsysteme einführte. Selbst heutige Designs nutzen die Vorteile der Reedschalter in derartigen Anwendungen immer noch.

Während dieser Zeit gab es ein Kommen und Gehen von Herstellern. Die meisten haben es geschafft, mit modernen Produktionsmaschinen eine sehr hohe Zuverlässigkeit zu erreichen. Einige wenige machen weiter wie früher, was dem Ansehen des Reedschalters sicherlich nicht positiv zuträgt.

Der weltweite Bedarf an Reedschaltern pro Jahr wächst stetig: Einsatzgebiet ist das gesamte Spektrum der Elektrotechnik und Elektronik wie Automobilmarkt, Alarmanlagen, Test- und Messgerätemarkt, Hausgeräte, Medizintechnik, Industrieanwendungen.

Beim Reedschalter handelt es sich um ein kleines, aber feines Bauteil. Aufgrund der verwendeten Materialien und hermetisch geschlossenen Bauweise, lassen sich Schaltfunktionen in fast allen denkbaren Umweltbedingungen realisieren. Trotzdem sind einige Punkte zu beachten, die auf die Langzeitstabilität eine gravierende Wirkung haben können. So ist die Glas-Metall-Einschmelzzone aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten für die Dichtheit verantwortlich. Ansonsten besteht die Gefahr von Haarrissen mit all den bekannten Konsequenzen. Beim Auftragen des Kontaktmaterials gilt dasselbe: Rhodium oder Rhutenium wird entweder gesputtert oder galvanisch abgeschieden. Ganz egal wie, aber dieser Prozess ist extrem von den äußeren Umweltbedingungen abhängig und sollte am besten in einem Reinraum stattfinden. Genau wie in der Halbleiterindustrie sind fremde Partikel, auch bereits in kleinster Ausprägung, die Quelle für Zuverlässigkeitsprobleme. Um den Qualitätsanspruch unserer Kunden gerecht zu werden, entschloss man sich die Fertigung der Reedschalter

selbst in die Hand zu nehmen. Reedschalter werden seit 1968 in England und seit 2001 in Deutschland gefertigt.

Im Laufe der Zeit konnten die Abmessungen von 50 mm Länge auf 3,7 mm geschrumpft werden. Dadurch wurden eine Vielzahl neuer Anwendungen entwickelt, die technisch realisiert, besonders im Bereich der Hochfrequenztechnik und Impulsschaltungsanwendungen.

Hier eine Aufstellung über die wichtigsten Merkmale:

1. Fähigkeit zum Schalten bis 10.000 Volt
2. Schaltströme bis 5 A möglich
3. Minimalspannungen von 10 Nanovolt können ohne Verluste geschaltet oder transportiert werden
4. Ströme von 1 Femtoampere können ohne Verluste geschaltet oder transportiert werden
5. Fähigkeit, Signale bis 7 GHz ohne nennenswerte Verluste zu schalten
6. Isolationsspannung über den geöffneten Kontakt bis 10^{15} Ohm
7. Kontaktwiderstand im geschlossenen Zustand typ. 50 mOhm
8. Verharrt im geöffneten Zustand ohne jegliche externe Leistung
9. Bistabile Schaltfunktion möglich
10. Schließzeit ca. 100 bis 300 μ sec
11. Fähigkeit, auch in extremen Temperaturschwankungen zwischen -55°C und $+200^{\circ}\text{C}$ zu schalten
12. Elemente wie Wasser, Vakuum, Öl, Fett und sonstige aggressive Umwelteinflüsse beeindrucken das Bauteil aus Glas nur in ganz seltenen Fällen
13. Schockresistenz bis 200 g
14. Einsetzbar bei Vibrationen von 50 Hz bis 2.000 Hz bei 30 g
15. Lange Lebensdauer – bei Schaltspannungen unter 5 V (Lichtbogen-Grenze) sind Schaltspiele weit über 10^9 hinaus erreichbar
16. Kein Stromverbrauch, daher ideal für transportable und batteriebetriebene Geräte
17. Kein Schaltgeräusch

Die Funktion des Reedswitchers

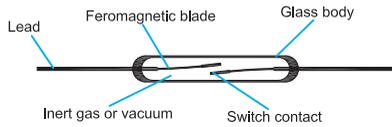


Abb. # 1 Zeigt den prinzipiellen Aufbau eines 1Form A-Schalters (NO).

Ein Reedswitcher besteht aus zwei ferromagnetischen Schaltungen (normalerweise Nickel/Eisenlegierung), die hermetisch dicht verschlossen in ein Glasröhrchen eingeschmolzen werden. Die beiden Schaltungen überlappen. Wirkt ein entsprechendes Magnetfeld auf den Schalter, bewegen sich die beiden Paddel aufeinander zu – der Schalter schließt. Der Kontaktbereich der beiden Schaltungen ist mit einem sehr harten Metall beschichtet, meist Rhodium oder Ruthenium. In Frage kommen aber auch Wolfram, Iridium oder ähnlich strukturierte Metalle. Aufgetragen werden diese entweder galvanisch oder durch einen Sputterprozess (bekannt aus der Halbleiterindustrie). Diese hart beschichteten Kontaktflächen sind der Garant für die sehr lange Lebensdauer eines Reedswitchers. Vor dem Einschmelzen wird die vorhandene Luft evakuiert. Dies geschieht mittels Unterdruck. Während des Einschmelzvorganges füllen wir den Schalter mit Stickstoff oder einer Inertgasmischung mit hohem Stickstoffanteil. Zur Erhöhung der Schaltspannungsgrenze besteht aber auch die Möglichkeit, den Schalter vor dem Verschließen zu evakuieren. Durch das erzeugte Vakuum sind diese Schalter für den Einsatz in Hochspannungsanwendungen bestens geeignet und können bis zu 10kV schalten.

Das, durch Permanentmagnet oder Spule erzeugte, Magnetfeld ist gegenpolig gerichtet, die Paddel ziehen sich an. Übersteigt die magnetische Kraft die Federwirkung des Paddel, schließen die beiden Kontakte. Beim Öffnen geschieht dasselbe: Ist die Magnetkraft geringer als die Federkraft der Schalter, so öffnet der Reedswitcher wieder.

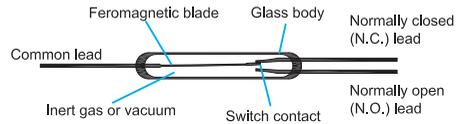


Abb. # 2 Der 1Form C-Schalter (SPDT) hat drei Anschlüsse.

Der beschriebene Ablauf gilt für den 1Form A-Schalter, auch bekannt als NO (Normally Open), Schließer oder SPST (Single-Pole-Single-Throw) Reedswitcher. Man findet aber auch Mehrfachbelegung wie 2Form A (2 Schließer), 3Form A etc.

Ist der Schalter in Ruhestellung geschlossen spricht man von 1Form B-Funktion. Vielleicht besser bekannt als Öffner.

Möchte man Strom- oder Signalpfade wechseln, kommt der 1Form C-Schalter in Frage, auch bekannt als Wechsler. Die internationale Bezeichnung ist SPDT (Single-Pole-Double-Throw). In Ruhestellung und ohne anliegendes Magnetfeld wird der so genannte Ruhekontakt hergestellt. Beaufschlagt man den Wechsler mit einem entsprechend starken Feld, so wechselt der Kontakt vom Ruhe- auf den Arbeitskontakt. Ruhe- und Arbeitskontakte sind unbewegte Kontakte. Alle drei Paddel sind ferromagnetisch leitend; lediglich der Kontaktbereich des Ruhekontakts (Öffners) ist mit einem nicht leitenden Plättchen versehen. Wird ein Magnetfeld in der Form angelegt, dass die beiden Anschlüsse NO und NC eine Polarität erfahren und der Common-Anschluss die andere Polarität erfährt, so bewegt sich das Paddel in Richtung Schließeranschluss.

Kontaktsschutz – Elektrische Schutzbeschaltungen

Die Nennlast eines Reedschalters wird im Wesentlichen durch Kontaktgröße, Paddelabstand, magnetische Empfindlichkeit, Kontaktmaterial und Gasbefüllung innerhalb der Glaskapillare bestimmt. Um die bestmögliche Lebensdauer für eine gegebene Last zu erreichen, haben wir einige Informationen zusammengetragen.

Der Reedschalter ist ein mechanisches Bauteil mit bewegten Teilen. Bei bestimmten Betriebszuständen kann es zu Materialwanderungen kommen, diese wiederum haben einen ganz erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer eines Schalters. Schaltet man lastfrei oder Spannungen unter 5 V bei einem Strom bis 10 mA, sind keine Materialwanderungen zu befürchten. Hier werden Schaltspiele von 10^9 und mehr erreicht. Im Bereich von 10 V ist der Effekt der Materialwanderung schon besser zu beobachten und hängt ganz entscheidend vom Schaltstrom ab. Typische Schaltspielzahlen liegen hier im Bereich von 50 Millionen bis 200 Millionen Schaltspielen. Wird in einer entsprechenden Applikation bei hoher Last eine größere Schaltspielzahl benötigt, so kommen hauptsächlich Hg-benetzte Schalter in Frage. Ein ganz geringer Quecksilberfilm auf den Kontaktpaddeln verhindert die Materialwanderung. Der Anteil an Hg ist verschwindend gering und weit weniger als in jeder Miniaturknopfzelle. So lassen sich auch bei Schaltspannungen von mehreren 100 V und Strömen bis 1 A Schaltspiele bis 10^9 und höher erreichen.

Grundlage unserer Lebensdauerermittlungen sind DC-Lasten. Werden Spannungsüberlagerungen erwartet, ist ein projektbezogener Lebensdauererprobungstest durchzuführen. Wir helfen Ihnen gerne dabei.

Schaltlasten mit überwiegend induktiven Anteilen spielen Blitz und Donner beim Öffnen des Schalters.

Durch das schnelle Abschalten entsteht eine sehr hohe Induktionsspannung, welche einen Lichtbogen beim sich öffnenden Kontakt bewirkt. Dies verursacht Verbrennungen auf der Kontaktfläche.

Ist die Schaltlast dagegen kapazitiv, entsteht beim Schließen des Schalters ein kurzzeitiger Spitzenstrom. Abhängig von der Kapazität, der anliegenden Spannung und dem resistiven Anteil, kann es zu Kontaktschäden oder gar klebenden Schaltern kommen.

Glühlampen sind eine oft verwendete Last. Aufgrund des kalten Glühfadens ergibt sich ein sehr großer Einschaltstrom; dieser reduziert sich nach dem Erwärmen des Glühfadens. Typisch ist eine kurzzeitige Erhöhung des Einschaltstromes auf das 10- bis 20-fache des Nennstromes, gemessen im Betriebszustand. Es ist wichtig, den Kaltwiderstand der Lampe zu kennen und damit den Einschaltstrom zu berechnen. Ein Serienwiderstand zwischen Schalter und Lampe kann die Lebensdauer des Reedschalters um ein Vielfaches erhöhen.

Kapazitive und induktive Lasten

Schaltet man Strom und Spannung über einen Reedschalter, so ist Streukapazität in gewissem Umfang in jeder elektrischen Schaltung vorhanden. Dabei spielen die ersten 50 Nanosekunden des Schaltvorgangs je nach Höhe von Strom und Spannung eine entscheidende Rolle (siehe Abbildung # 6). In dieser Zeit entsteht die nicht zu unterschätzende Funkenbildung; denn je nach Art und Umfang der Streukapazität, kann dies eine zerstörende oder vorschädigende Wirkung auf den Schalter haben. Es ist immer ratsam diesen Strom der ersten 50 Nanosekunden zu kennen. Lasten von 50 Volt bei 50 Pikofarad Streukapazität kann die Lebensdauer nachhaltig beeinflussen. Wird das Schaltsignal über ein längeres Kabel geführt, ist ebenfalls Vorsicht geboten. Das Kabel, aber auch Schirmhauben und sonstige Kapazitäten haben eine nicht zu unterschätzende Streukapazität, die es zu berücksichtigen gilt.

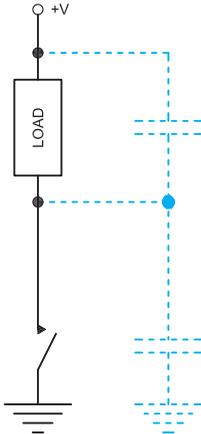


Abb. # 6 Unerwartet hohe Spitzenströme können bei entsprechend hoher Streukapazität auftreten. Die Lebensdauer kann sich dadurch reduzieren.

Ist Netzspannung Teil der Schaltlast oder zumindest in der Nähe vorhanden, lassen Sie bitte ebenfalls Vorsicht walten. Leicht kann es zu Einkopplungen und somit zu verstärkten Belastungen des Schalters kommen.

Kontaktschutz – Schutzbeschaltungen der Reedschalter

In diesem Kapitel beschreiben wir mögliche Schutzbeschaltungen. Diese können die Materialwanderung des Schalters auf ein Minimum reduzieren, jedoch nicht komplett eliminieren. Die in Abb. # 7 skizzierte Schaltung ist typisch für einen Schaltkreis. Die Bandbreite reicht von einigen Pikofarads der Streukapazitäten bis Mikrofarads kapazitiver Bauelemente. Kapazitive Bauelemente, eingebaut in elektrische Schaltkreise, speichern eine entsprechende Energie. Diese wird im Schließmoment des Schalters, und das liegt in der Natur der Sache, so schnell wie möglich abgegeben bzw. entladen. Ungeschützt geschieht dies mit der höchstmöglichen Stromstärke.

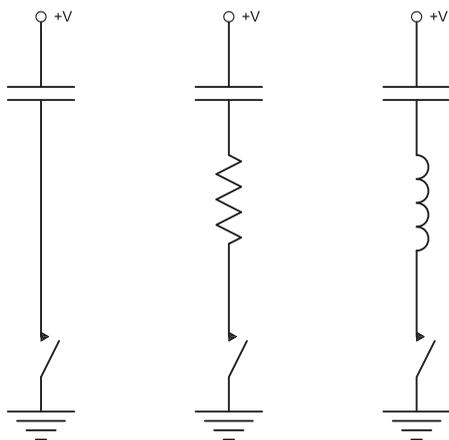


Abb. # 7 Werden Kapazitäten geschaltet, entsteht ein sehr hoher Spitzenstrom. Ein Widerstand oder eine Spule in Serie zum Kontakt reduzieren den Strom und mögliche Materialabwanderungen.

Schaltstromspitzen über Reedschalter sind, wenn möglich zu vermeiden oder so gering wie möglich zu halten. Strombegrenzung durch einen Serienwiderstand ist die beste Lösung. Je höher der Widerstand, desto besser (siehe auch Abb. # 7). Eine weitere Möglichkeit ist der Einbau einer Drosselspule, auch hier wird der Einschaltstrom reduziert. Die Schaltung muss aber sorgfältig berechnet werden – die Wirkung bei induktivem Überhang haben wir bereits beschrieben. Hier entsteht dann beim Öffnen ein Abrissfunke mit ebenfalls schädigender Wirkung.

Induktive Lasten sind Relais, Spulen, elektrische Zähler, kleine Motoren oder sonstige induktive Bauelemente. Diese zu schalten bedeutet ebenfalls eine Reduzierung der Lebensdauer.

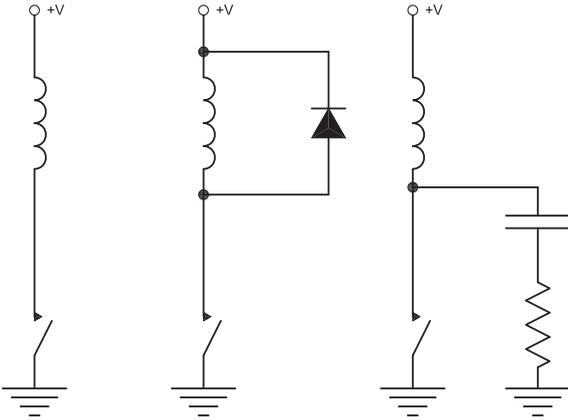


Abb. # 8 Das abrupte Öffnen eines induktiven Lastkreises produziert eine hohe Induktionsspannung. Ein RIC-Netzwerk über dem Kontakt oder eine Diode an der Spule bietet Abhilfe.

Einschaltströme bei Lampenlast

Lampenlasten sind im Einschaltmoment typische Erzeuger von gefährlichen Stromspitzen. Diese können um den Faktor 10 höher als der Betriebsstrom einer warmen Lampe sein (siehe Abb.# 9). Abhilfe schafft normalerweise ein Serienwiderstand zur Strombegrenzung, mit der Folge einer wesentlichen Erhöhung der Lebensdauer des Reedswitches.

Eine weitere gute Schutzmöglichkeit bietet ein Parallelwiderstand über dem Reedswitcher, wie in Abb. # 9 dargestellt. Der kleine Strom reicht zwar nicht aus, um die Lampe zum Glühen zu bringen, der Widerstand des Glühfadens ist aber bereits auf dem Niveau des „Betriebszustandes“ und reduziert so zerstörende Einschaltströme. Schaltet nun der Reedswitcher, so geschieht das unter vertretbaren Lasten.

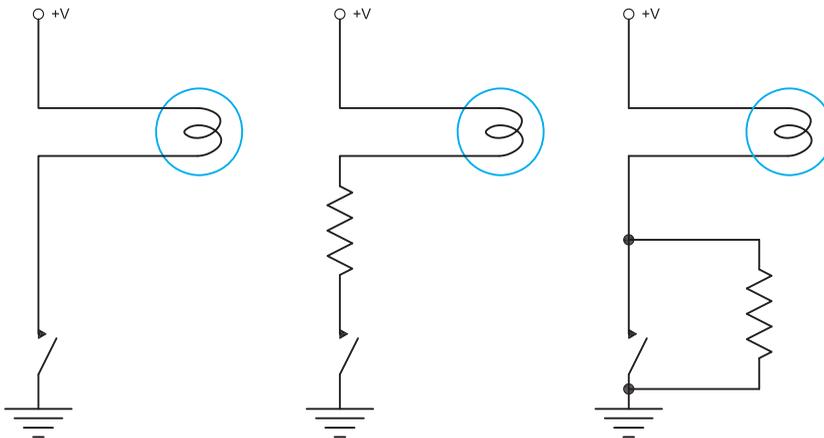


Abb. # 9 Im kalten Zustand haben Lampen sehr geringe Widerstände und erzeugen immer große Einschaltspitzen. Ein Serienwiderstand kann dies begrenzen. Abhilfe schafft auch ein Widerstand parallel zum Kontakt – die Lampe ist so „vorgeheizt“ und bereits auf Nennwiderstand.