

Elektrische Schutzbeschaltungen

Die Nennlast eines Reedswitchers 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 Reedswitcher 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 100V 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.

$$L + \frac{di}{dt} R = V$$

Gleichung # 1

Aufgrund des sehr schnellen Öffnungsimpuls ist das Verhältnis di/dt (siehe Gleichung # 1) sehr groß, das Ergebnis daraus eine kraftvolle Funkenstrecke über den sich öffnenden Kontakt.

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 Reedswitcher um ein Vielfaches erhöhen.

Kapazitive und induktive Lasten

Schaltet man Strom und Spannung über einen Reedswitcher, so ist Streukapazität in gewissem Umfange 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 # 46). 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. # 46 Unerwartet hohe Spitzenströme können bei entsprechend hoher Streukapazität auftreten. Die Lebensdauer kann sich dadurch reduzieren.

Gleichtaktverstärkerspannungen sind ein weiteres Gebiet für Streukapazitäten mit erheblichem Einfluss auf die Lebensdauererwartung. Abhängig von der Beschaltung und den anliegenden Spannungen gilt es besondere Vorsicht walten zu lassen und den Schaltstrom der ersten 50 Nanosekunden sorgfältigst zu untersuchen (Abb. # 47). 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.

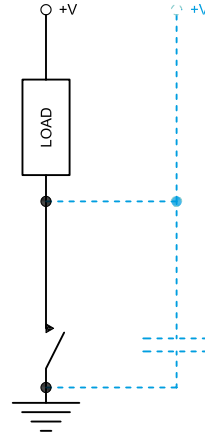


Abb. # 47 Wird Netzspannung geschaltet ist die Streukapazität ebenfalls zu berücksichtigen.

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. # 48 skizzierte Schaltung ist typisch für einen Schaltkreis. Die Bandbreite reicht von einigen Pikofarads der Streukapazitäten bis Faradskapazitiver 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 als möglich abgegeben bzw. entladen. Ungeschützt geschieht das mit der höchstmöglichen Stromstärke.

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = V \quad \text{Gleichung \# 2}$$

$$i = -\frac{V}{R} e^{-t/RC} \quad \text{Gleichung \# 3}$$

- R ist der Schaltwiderstand
- q ist die Ladung
- d ist die Zeit
- t ist die Entladungszeit
- i ist der Strom
- v ist die Spannung

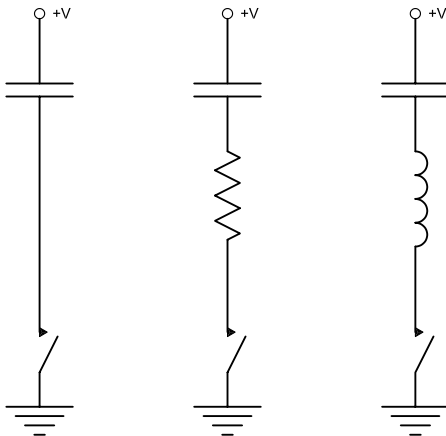


Abb. # 48. Werden Kapazitäten geschaltet, entsteht ein sehr hoher Spitzenstrom. Ein Widerstand oder eine Spule in Serie zum Kontakt reduziert den Strom und mögliche Materialabwanderungen.

Stromstärke und Spannungshöhe in einem kapazitiven Schaltkreis sowie der Entladestrom werden in Gleichung # 2 und # 3 dargestellt.

Schaltstromspitzen über Reedschalter sind wenn möglich zu vermeiden oder so gering als möglich zu halten. Strombegrenzung durch einen Serienwiderstand ist die beste Lösung. Je höher der Widerstand, desto besser (siehe auch Abb. #48). 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. Können wir helfen, rufen Sie uns einfach an.

Induktive Lasten sind Relais, Spulen, elektrische Zähler, kleine Motoren oder sonstige induktive Bauelemente. Diese zu schalten bedeutet ebenfalls eine Reduzierung der Lebensdauer (siehe Abb. #49). Gleichung # 1 beschreibt die Wirkungen der Induktivlast. Induktivitäten versuchen, fließenden Strom aufrecht zu erhalten. Wird dieser plötzlich unterbrochen, so wird das Verhältnis di/dt sehr hoch. Der Effekt kann eine sehr große Induktionsspannung über die Paddel bedeuten (Abrissfunke). Steht dieser Abrissfunke für längere Zeit an, bedeutet dies eine Zerstörung des Reedschalters. Abhilfe schaffen RC- Netzwerke oder Schutzdioden - beides dient als Funkenunterdrückung. Abb. # 49 zeigt die Möglichkeiten.

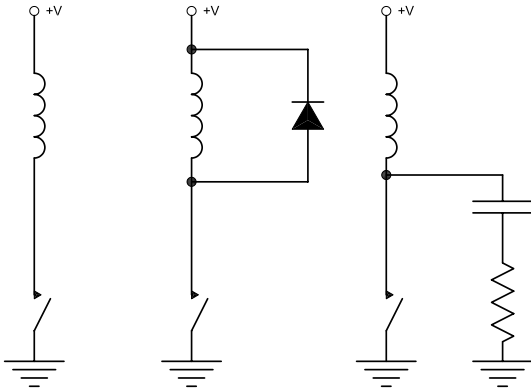


Abb. # 49 Das abrupte Öffnen eines induktiven Lastkreises produziert eine hohe Induktionsspannung. Ein RIC-Netzwerk über den Kontakt oder eine Diode an der Spule bietet Abhilfe.

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.# 50). Abhilfe schafft normalerweise ein Serienwiderstand zur Strombegrenzung mit der Folge einer wesentlichen Erhöhung der Lebensdauer des Reedswitchers.

Eine weitere gute Schutzmöglichkeit bietet ein Parallelwiderstand über den Reedswitcher, wie in Abb. # 50 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 verhindert so zerstörende Einschaltströme. Schaltet nun der Reedswitcher, so geschieht das unter vertretbaren Lasten.

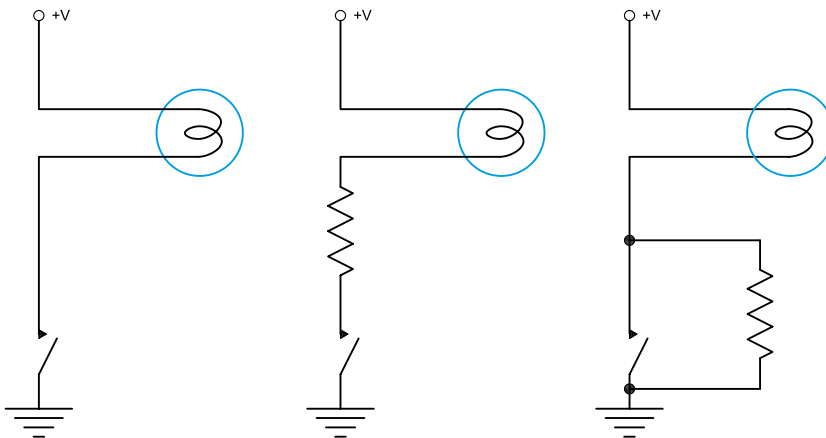


Abb. # 50 Im kalten Zustand haben Lampen sehr geringe Widerstände und erzeugen immer große Einschaltspitzen. Ein Serienwiderstand kann dies begrenzen. Abhilfe schafft auch ein Widerstand parallel zum Kontakt - die Lampe ist so "vorgeheizt" und bereits auf Nennwiderstand.