Zuverlässiges Schalten von Relais geringer Leistung

Autor(en): **Weber, Ernst**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **73 (1982)**

Heft 23

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-905043

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zuverlässiges Schalten von Relais geringer Leistung

Eines der grössten Probleme elektromechanischer Schaltelemente ist die Fremdschichtbildung an den Kontaktstellen. Bei luftoffenen Kontakten ist die Auswahl dieser, den Kontaktwiderstand normalerweise drastisch verschlechternden Substanzen nahezu beliebig reichhaltig. Das Abkapseln und damit Entkoppeln von der umgebenden Atmosphäre brachte eine entscheidende Verbesserung [1]. Doch nur die Verwendung ausgesuchter Getterstoffe im Kontaktraum gewährleistet wirklich einen niedrigen Kontaktwiderstand.

Die Vorgänge im abgedichteten Relais

Nach dem Einschmelzvorgang der in Glas gekapselten Reedkontakte bilden sich durch das Aushärten der Glaskörper Silikat- bzw. Silikon-Fremdschichten auf den Kontakten. Aufgrund der relativ kleinen Kontaktkräfte dieser Reedkontakte wirken sich aber bereits geringste solcher Schichten in einer wesentlichen Erhöhung des Kontaktwiderstandes aus. Bei den in Metall gekapselten Relais verursachen Löt- bzw. Schweissdämpfe und Ausgasungen der verwendeten Kunststoffe eine Verschlechterung des Kleinklimas, und bei den in Kunststoff hermetisch gekapselten verunreinigen Polymerisate organischer Stoffe die Kontaktoberflächen.

Beim Aushärten der bei den hermetisch dichten Relais verwendeten Kunststoffe werden organische Lösungsmitteldämpfe freigesetzt, die, je nach Bauart, mehr oder weniger ungestört in den Kontaktraum der Relais gelangen. Dort werden beim Schalten elektrischer Last energiereiche Elektronen, Ionen und UV-Quanten frei, die die meist aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküle in teilweise hochreaktive Radikale spalten. Unter Freisetzung von beispielsweise Wasser verlängern sich und vernetzen die Radikale dann zu meist dielektrischen Polymerisaten, wobei besonders saubere Metalloberflächen noch als Katalysatoren der Polymerisierung wirken können. Mit Hilfe von van der Waals-Wechselwirkungen und anderer Polarisationskräfte bleiben diese Polymerisate an der Metalloberfläche adsorbiert [2]. Der Übergang in diesen schwach gebundenen Zustand wird Physisorption genannt und ist, wie Figur 1 zeigt, mit geringen Adsorptionsenergien korreliert (meist <10 kcal/mol). Die Adsorptionsrate ist dabei ausser von der Art der adsorbierenden Oberfläche stark von deren zugänglicher Fläche abhängig. Die Desorptionsrate, ein Mass für die Rückkehr der adsorbierten Moleküle in den Gasraum, wird wesentlich von der Geometrie eventuell vorhandener Poren in Relation zur Stereochemie der adsorbierten Moleküle bestimmt.

Treten stärkere elektronische Wechselwirkungen auf, wie sie bei der leichten Verschiebbarkeit der π-Elektronen der aromatischen Kohlenwasserstoffpolymere zu erwarten sind, so erreichen die adsorbierten Moleküle über einen Potentialwall den energetisch tieferliegenden Zustand der Chemiesorption (Fig. 1). In diesem Bereich ist die mittlere Verweildauer der Partikel an der Metalloberfläche bereits so gross, dass durch die Energiezufuhr mittels der elektrischen Last weitere Reaktionen und damit eine umfangreichere Fremdschichtbildung der Polymerisate stattfinden können. Durch die fortgesetzte Einwirkung energiereicher Teilchen sowie die ständige Zufuhr thermischer Energie geht die adsorbierte Molekülschicht schliesslich in einen fest haftenden, kohlenstoffreichen Oberflächenbelag über. Aus dem bisher Gesagten folgt somit:

- Beim Schalten von Relaiskontakten werden sich eventuell vorhandene organische Schadstoffe bevorzugt an den kontaktgebenden Stellen niederschlagen. Hier wird die Aufenthaltswahrscheinlichkeit drastisch durch eine begünstigte Polymerisierung erhöht. Die dazu benötigte Energie wird aus der zu schaltenden Last, aus der kinetischen Energie des Schaltvorganges sowie der thermischen Energie der Kontakterwärmung gewonnen. Beim Vorliegen von sauberen metallischen Oberflächen kann die Polymerisation zusätzlich katalysiert werden.
- Die auf diese Weise gebildeten Fremdschichten verschlechtern den Kontaktwiderstand meist drastisch. Durch teilweisen mechanischen Abbau bei mehrmaligem Schalten und darauffolgenden Wiederaufbau dieser Schichten ändern sich die Strompfade und damit die Kontaktwiderstände ständig in nicht erfassbarer Weise.
- Das Ausgasen von Schadstoffen aus den im Aufbau der Relais verwendeten Kunststoffe in den Kontaktraum wird sich vermutlich nie ganz vermeiden lassen. Eine ständige, selektive Entfernung dieser Stoffe muss erreicht werden.
- Die Adsorptionsrate bezüglich der organischen Lösungsmittel und deren Polymerisate wird neben der Art wesentlich von der zugänglichen Oberfläche des Adsorbers bestimmt, die Desorptionsrate auch durch die Relation von Porengrösse des Adsorbers und stereochemischer Struktur des adsorbierten Moleküls, d.h. von der Grösse der effektiven Wechselwirkungsfläche zwischen Adsorber und adsorbiertem Molekül.

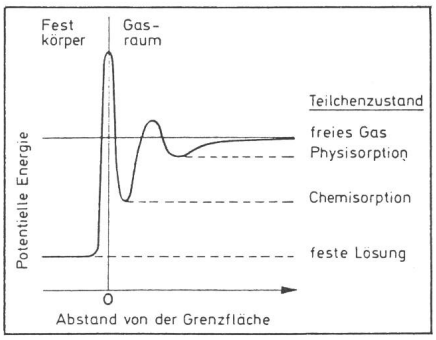

Fig. 1 Schematische Darstellung der potentiellen Energie von Gasteilchen an der Grenzfläche Festkörper–Gasraum [3]

Der Einsatz von Gettern

Die Lösung der erwähnten Probleme besteht nun darin, möglichst in Kontaktnähe stark bindende Oberflächen («Getter») für organische Stoffe anzubringen. Dabei muss die Schadstoffentfernung selektiv erfolgen, da sich sonst das Vakuum erhöht und die Spannungsfestigkeit reduziert werden kann (Fig. 2). Damit sind bereits eine Reihe bekannter Getterstoffe für diese Anwendung ungeeignet. Insbesondere lässt sich Aktivkohle, mit ihrer generell hohen Adsorptionsrate für viele Stoffe sowie mit der ungünstigen Relation ihrer Porengrösse (2 bis 4 nm) zum mittleren Durchmesser von organischen Lösungsmitteln und deren Polymerisaten von rund 1,5 bis > 100 nm, nicht anwenden.

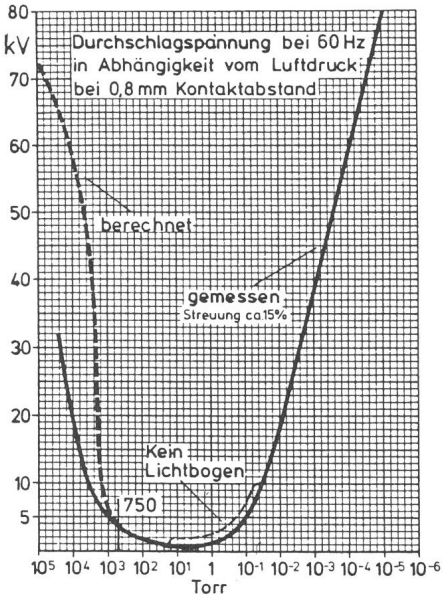

Fig. 2 Durchschlagspannung in Abhängigkeit vom Luftdruck [4]

Dieser Text ist eine überarbeitete Fassung des in «Elektronikpraxis» 11/1981 erschienenen Aufsatzes.

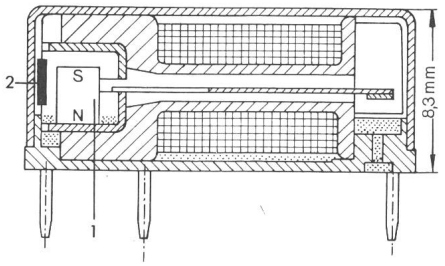

Fig. 3 Schnitt durch ein Reed-Umschaltrelais
Mit einem aktivierten BaOFe-Magneten [1] und einem geeigneten Zusatzgetter [2]

Eine interessante Lösungsmöglichkeit liegt nun darin, den ohnehin in modernen Kleinrelais vorhandenen Permanentmagneten so auszuwählen und im Relais so anzuordnen, dass er als Getter, d.h. als geeigneter Adsorber aktiviert werden und sinnvoll wirken kann [6]. Die ersten Relais dieser Art wurden 1975 hergestellt, wobei der $BaO \cdot 6Fe_2O_3$-Magnet zum Getter aktiviert wurde.

Eine verbesserte Version, das DR-Relais [7], ist in Figur 3 gezeigt. Um den Magneten zu aktivieren, d.h. die vom Kontaktraum zugängliche Magnetoberfläche von Fremdstoffen zur reinigen und das Ausgasen der im Relais vorhandenen Kunststoffe zu beschleunigen, wird das offene Relais bei 130 °C längere Zeit auf rund 10^{-8} bar evakuiert. Bei Normaldruck, in gereinigter Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 15% werden die Relais anschliessend verschlossen. Einer nun einsetzenden kurzzeitigen Physisorption der unterschiedlichen, im Relais-Innenraum vorhandenen Gasteilchen folgt dabei die gewünschte, aufgrund des im allgemeinen geringen Partialdruckes der organischen Lösungsmitteldämpfe langsame und selektive Chemisorption der unerwünschten organischen Schadstoffe am Magneten. Der weite Bereich verschiedener Porengrössen (von unter 5 nm bis weit über 500 nm; im Mittel rund 100 nm) gewährleistet bei diesen Magneten eine grosse effektive Oberfläche für die angesprochenen organischen Polymerisate (Fig. 4).

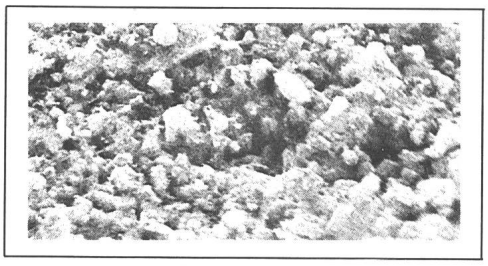

Fig. 4 Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahme der Oberfläche eines Barium-Ferrit-Magneten (M 2600 : 1)

Ergebnisse und Ausblick

Umfangreiche Langzeitmessungen der Kontaktdurchgangswiderstände bestätigen die qualitative Verbesserung von Relais mit zum Getter aktivierten Magneten gegenüber den Relais mit nicht aktiviertem Magneten («ungegetterte» Relais) [8]. Neuere Messungen an je 40 Relais-Kontakten zeigen ein gleiches Ergebnis. Subtrahiert man vom Kontaktdurchgangswiderstand den Leitungswiderstand, der durch die Fremdschichtbildung nicht beeinflusst wird, so ergibt diese vergleichende Messung an drei Monate alten Relais der gleichen Fertigungscharge, deren Magnete jedoch in einem Falle nicht zum Getter aktiviert wurden, folgendes Ergebnis:

- die Ruhekontaktwiderstände der gegetterten Relais waren mit 5,8 ± 0,6 mΩ gegenüber 7,0 ± 1,1 mΩ bei den ungegetterten Relais um rund 17%, die Arbeitskontaktwiderstände mit 7,2 ± 1,8 mΩ gegenüber 12,1 ± 3,3 mΩ um rund 40% besser.
- Der Unterschied zwischen Ruhe- und Arbeitskonkakt-Durchgangswiderstand ist bei den gegetterten Relais mit rund 24% beachtlich geringer als bei den ungegetterten Relais mit rund 72%.
- Die Schwankungen der Kontaktwiderstände sind, soweit sich bis jetzt eine Aussage machen lässt, bei den gegetterten Relais wesentlich geringer.

Die aufgeführten Ergebnisse zeigen dem kritischen Anwender, dass er mit gegetterten Relais nicht nur elektromechanische Schaltelemente mit konstant geringem Kontaktwiderstand zur Verfügung hat. Darüber hinaus findet er an beiden Kontakten, dem Ruhe- wie dem Arbeitskontakt, die gleichen Verhältnisse vor. So ist mit der geschilderten Methode ein wirkungsvolles Verfahren gefunden worden, den Kontaktwiderstand in hermetisch verschlossenen Relais (und möglicherweise auch in anderen Schaltelementen) über lange Zeit konstant gering zu halten. Die Erprobung neuartiger Getter als Zusatzgetter (Fig. 3) lässt hier noch eine Verbesserung erwarten.

Es sei jedoch abschliessend bemerkt, dass einem sinnvollen Einsatz dieser Methoden eine einwandfreie Relaisfertigung zur Seite stehen muss. Mängel, z.B. Verschmutzungen, die hier auftreten können, sind meist um viele Grössenordnungen schlimmer, als die Getterstoffe je aufzufangen in der Lage sind.

(Dr. *Ernst Weber*, SDS-Elektro GmbH, D-8024 Deisenhofen)

Literatur

[1] *P. v. Doderer* und *A. Bodamer:* Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Technik von hermetisch verschlossenen Relais. Bull. SEV 53(1962)24, S. 1178...1186.
[2] *R. Suhrmann:* Über den Adsorptionszustand von Fremdmolekeln an leitenden Oberflächen. Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie 56(1952)4, S. 351...360.
[3] *R. Glang, R. A. Holmwood* und *J. A. Kurtz:* High-vacuum technology. In: «Handbook of Thin Film Technology», S. 2...40, McGraw-Hill Book Company, New York (1970) ed Maissel, L. I. und Glang, R.
[4] *H. Sauer:* Relais Lexikon. München, Universitätsbuchhandlung Lachner, 1975.
[5] *J. Weiser:* Hohe Kontaktzuverlässigkeit des Kleinrelais D1 durch Getter. Siemens Components 19(1981)5, S. 157...160.
[6] *H. Sauer:* Economical relays—more reliable by orders of magnitude. Elektronik 25(1976)11, S. 113...114.
[7] DR-Relais. Deisenhofen b/München, o. Jahr
[8] *J. Eichmeier:* Gettering reduces relay contact resistance. Elektronik 28(1979)16, S. 63...65.