

# Schutz vor Lichtbögen

**ST-Relais im Dauertest.** Magnetventile sorgen für die richtige Verteilung von Luft- oder Flüssigkeitsdruck. Die Ansteuerung erfolgt dabei oft über ein elektromechanisches Relais, dessen Kontakte einem gewissen Verschleiß unterliegen. Warum das so ist und was man als Entwickler dagegen unternehmen kann, verdeutlicht dieser Beitrag. *von Markus Bichler*

Die Ansteuerung eines DC-Magnetventils ist prinzipiell mit einem Relais vergleichbar. Wird Spannung an den Magnetantrieb angelegt, öffnet sich das Ventil. Beim Abschalten entsteht durch die Induktivität des Magnetkreises eine Spannungsspitze. Erfolgt die Ansteuerung wie in diesem Test durch ein Relais, kann diese Abschaltspannungsspitze zum Lichtbogen zwischen den Relaiskontakten führen. Erst wenn die Spannung wieder auf wenige Volt sinkt oder die Kontakte weit genug öffnen, erlischt dieser Lichtbogen. Während seiner Brenndauer schädigt er den Kontakt durch Aufschmelzungen und Materialwanderung, die Lebensdauer sinkt.

Um dem Lichtbogen vorzubeugen oder ihn zumindest abzuschwächen, kommt bei Relais als Schutzbeschaltung oftmals eine Freilaufdiode zum Einsatz. Diese und weitere Möglichkeiten bieten sich auch bei Magnetventilen an. Um die Leistungsfähigkeit zu beurteilen, quälten sich sechs ST-Relais von Panasonic Electric Works durch einen aufwändigen Dauerversuch und absolvierten insgesamt über vier Millionen Schaltspiele.

Um Aussagen über die Wirksamkeit unterschiedlicher Schutzschaltungen zu erhalten, wurden folgende Fälle untersucht: Dauertest ohne Schutzbeschaltung, Dauertest mit Stan-

dard-Diode als Schutzbeschaltung und Dauertest mit Zener-Diode als Schutzbeschaltung. Zusätzlich wurden die Auswirkungen eines Verzögerungsgliedes, bestehend aus Kondensator und Widerstand, im Ansteuerkreis des Relais betrachtet. Diese Schaltung kommt in der Praxis oft zum Einsatz, um ein verzögertes Anziehen des Relais zu realisieren. Dabei ist diese Art der Ansteuerung nicht ganz unproblematisch.

## 1,2 Millionen Schaltspiele trotz Extrembelastung

Zunächst durchlief das Relais den Test ohne Schutzbeschaltung und ohne Verzögerungsglied. Die Magnetventile (24V, 24W Nennleistung) belasten die Kontakte stark, denn beim Abschalten entstehen Spannungsspitzen (induktives Verhalten), welche ein Vielfaches der Nennspannung betragen. Da die Ventile parallel geschaltet sind, verdoppelt sich zudem die Strombelastung. Bei jedem Schaltvorgang ist ein helles Aufblitzen des Abschaltlichtbogens durch das Gehäuse hindurch zu erkennen. Trotz dieser Extrembelastung absolviert das ST-Relais fast 1,2 Millionen Schaltspiele, bevor die Kontakte ihr Lebensdauerende erreichen. Deutlich schlechter schneidet die Schaltungsvariante mit Verzögerungsglied ab. Zwar sind gut ei-

Ein ungewollt auftretender Lichtbogen heißt Störlichtbogen. Sogenannte Störlichtbogenschutzschalter sollen sein Auftreten verhindern.

### Die Ergebnisse des Dauertests im Überblick

Schaltspiele	Ohne RC Glied	Mit RC Glied
Ohne Diode	1.183.066	511.804
Mit Standard-Diode	1.548.110	738.643
Mit Zener-Diode	1.357.015	635.214

ne halbe Million Schaltspiele immer noch ein respektable Wert, doch die schaltungstechnische Anzugsverzögerung kostet über die Hälfte an Lebensdauer. Der Grund ist ganz einfach: Durch Kondensator und Widerstand verlängert sich die Abfallzeit des Relais, wodurch sich die Standzeit des beim Abschalten entstehenden Lichtbogens ebenfalls verlängert. Die Kontakte erhitzen mehr, es findet ein größerer Kontaktabbrand statt.

Im zweiten Testschritt bildet eine herkömmliche Diode, in Sperrrichtung über die Magnetventilanschlüsse geschaltet, die Schutzbeschaltung (Freilaufdiode). Über diese Diode entladen sich die beim Abschalten entstehenden Spannungsspitzen, so dass die Belastung des Relaiskontakts deutlich sinkt. Der Abschaltlichtbogen wird – auch sichtbar – deutlich reduziert. Mit weit über 1,5 Millionen Schaltspielen steigt die Kontaktlebensdauer in der Schaltung mit Freilaufdiode um ca. 30 %, ein sehr erfreuliches Ergebnis. Weniger erfreulich zeigt sich die Version mit Verzögerungsglied. Zwar steigt hier die Lebensdauer um fast 45 % auf 740 Tausend Schaltspiele, dennoch ist sie nur nahezu halb so groß wie ohne Verzögerungsglied.

#### Zener-Diode als Schutzbeschaltung

In vielen Fällen kommt statt einer herkömmlichen Diode eine Zener-Diode als Schutzbeschaltung zum Einsatz. Der Vorteil ist, dass eine entsprechend dimensionierte Z-Diode bei Überspannung gegen Flussrichtung niederohmig wird und die Relaispule so vor Spannungsspitzen schützt.

In Flussrichtung verhält sich die Z-Diode ähnlich einer herkömmlichen Diode, wird also bei etwa 0,7 V leitend. Im Versuch ergibt sich mit dieser Beschaltung eine Kontaktlebensdauer von knapp 1,4 Millionen Schaltspielen. Dieser Wert liegt etwas unter der Beschaltung mit der normalen Diode, was auf die etwas höhere Ansprechzeit der Z-Diode zurückzuführen ist. Ein wiederum ähnliches Bild ergibt sich mit zusätzlichem Verzögerungsglied. Das Ergebnis von knapp 640 Tausend Schaltspielen liegt wieder bei weniger als der Hälfte dessen ohne RC-Beschaltung.

Die Tests haben nachgewiesen, was Elektronikentwickler schon lange wissen. Gerade bei induktiven Lasten empfiehlt sich unbedingt eine Schutzbeschaltung der Schaltkontakte durch eine Freilaufdiode. Wer kann, sollte dabei auf herkömmliche Dioden zurückgreifen, um das letzte Quäntchen Lebensdauer aus den Relais herauszukitzeln.

Auch eine andere bekannte Tatsache hat der Test eindrucksvoll belegt: Verzögerungsschaltungen wie ein RC-Glied im Ansteuerkreis eines Relais kosten Lebensdauer, und zwar im ganz großen Stil und quer durch alle Schutzbeschaltungsarten.

Wenn möglich, sollte man auf diese Art der Eingangsbeschaltung ganz verzichten.



Halle 9, Stand 9401

ke-webCODE

[www.konstruktion.de](http://www.konstruktion.de)

Panasonic Electric Works

[www.panasonic-electric-works.de](http://www.panasonic-electric-works.de)

Code eintragen und go drücken

ke9991