

Im Einsatz auf der Leiterplatte

Relais mit zwangsgeführten Kontakten nach EN 50205 haben die verantwortungsvolle Aufgabe, Lasten zu trennen und im Fehlerfall ein Einschalten der entsprechenden Aktuatoren zu verhindern. Die neue SF-Y-Relaisfamilie von Panasonic Electric Works zeigt beispielhaft, welche Möglichkeiten ein modernes Relais beim Leiterplatten-design bietet und wie wichtig es ist, Umwelteinflüsse und das Verhalten im elektrischen Grenzbereich während der Entwicklungsphase zu berücksichtigen.

Von Markus Bichler

Weltweit verrichten über 100 Millionen Relais mit zwangsgeführten Kontakten ihre tägliche Schaltarbeit. Überwiegend in Form von Sicherheitsrelaismodulen oder Sicherheitssteuerungen, vermeiden sie zum Beispiel das unbeabsichtigte Wiedereinschalten von Pressen oder anderen Industriemaschinen im Fehlerfall und schützen so nicht nur das

Leben und die Gesundheit von Menschen, sondern auch wichtige Investitionsgüter von Unternehmen. Die Überwachung von Lichtschranken, Not-Ausschalter und Zweihandsteuerungen zählen ebenfalls zu den klassischen Anwendungen im Industriebereich, während Relais mit Zwangsführung in Steuerungstechnik für Rolltreppen, Lifte und Seilbahnen im öffentlichen, ge-

werblichen und privaten Umfeld für Sicherheit und Zuverlässigkeit sorgen.

Auch aus der Bahntechnik sind die Vorteile der Zwangsführung nicht mehr wegzudenken, etwa bei Türsteuerungen, Gleisüberwachung oder Signaleinrichtungen. Ein neues und sehr spannendes Bedarfsfeld entwickelt sich zusätzlich im Bereich der Haustechnik. Hier gilt es, eine hauseigene Spannungsversorgung sicher vom Hausnetz zu trennen – etwa bei Wartungsarbeiten eines Elektrikers an der Hausinstallation. Dank der zwangsgeführten Überwachungskontakte wird ein Fehler, zum Beispiel ein verschweißter Kontakt, von einer Auswerteelektronik erkannt. Dadurch wird verhindert, dass der Elektriker unbeabsichtigt einen womöglich tödlichen Stromschlag erleidet.

All diese Einsatzbereiche verbindet eine Gemeinsamkeit: Die Anforderungen an ein Relais mit zwangsgeführten Kontakten sind sehr unterschiedlich und sehr hoch: Es soll von Lasten im Signalbereich bis zu mehreren Ampere

schalten können, in einem weiten Temperaturbereich einsetzbar sein, hohe Schock- und Vibrationsfestigkeit aufweisen, möglichst klein gebaut sein und die Energieverluste der Relaispule müssen möglichst gering ausfallen.

Ergänzend zu all diesen technischen Aspekten ist auch die Norm EN 50205 zu berücksichtigen, in welcher zahlreiche weitere Voraussetzungen definiert sind, damit ein Relais seinen Dienst in der Sicherheitstechnik verrichten darf.

Sicherheit durch Zwangsführung

Die Definition der Norm EN 50205 schreibt ein Schaltrelais mit mindestens einem Schließer- und einem Öffnerkontakt vor (Kurzform: 1a1b). Die Kontakte müssen dabei in einer Weise konstruiert sein, bei der eine mechanische Verbindung sicherstellt, dass die Schließer und die Öffner niemals gleichzeitig geschlossen sein können (Zwangsführung, siehe Bild 1). Weiterhin muss gewährleistet sein, dass über die gesamte Lebensdauer die Kontaktabstände im Störfall mindestens 0,5 mm betragen. Diese Forderung ermöglicht, dass ein Öffnungsversagen eines Kontaktes (z.B. Kontaktverschweißung bei Überlast durch einen Fehler) über den jeweiligen antivalenten Kontakt erkennbar und damit auswertbar ist.

Das Verschweißen eines Schließers äußert sich zum Beispiel im Nicht-Schließen eines Öffners bei Abschalten der Erregerspannung. Diese Rückmeldung des Öffnerkontaktes durch die Zwangsführung sorgt für ein klares Erkennen des Ausfalles. Eine entsprechende Auswertelektronik verhindert dann beispielsweise ein Wiedereinschalten der Maschine und schützt so Mensch und Maschine.

Gehäusevolumen spielt eine große Rolle

Bei nahezu allen neuen Entwicklungen spielt der aufzuwendende Platzbedarf eine zentrale Rolle. Warum das so ist, wird im Folgenden an der beispielhaften Anwendung „Sicherheitsrelais-Modul“ deutlich.

Die Module sollen immer kleiner werden, damit sie im Schaltschrank noch weniger Platz benötigen und so weniger Kosten verursachen. Im selben Maße müssen alle verbauten Bauteile wie Relais in ihrer Größe optimiert werden. Doch damit nicht genug: Zusätzlich steigt auch der Funktionsumfang in den Modulen. Kunden fordern flexible Lösungen,

welche sich oftmals nur mittels Mikroprozessor verwirklichen lassen. So sinkt der für die Relais vorhandene Platz durch eine Vielzahl zusätzlicher Bauelemente im Modul weiter. Bedenkt man nun, dass auch Leiterplattenfläche an sich teuer ist, wird schnell klar, welcher Druck seitens der Industrie auf Relaisherstellern dahingehend lastet, ihre



Bild 1. Die Zwangsführung der Kontakte wird durch ein spezielles Design des Betätigers erreicht.

Rosenberger

Messen & Kalibrieren

HF- und Mikrowellen-Komponenten von Rosenberger spielen eine Schlüsselrolle in vielen industriellen Messtechnik- und Kalibrier-Anwendungen.

- **HF-Präzisionssteckverbinder**, z.B. Steckverbinderköpfe, Kabelsteckverbinder, Adapter von Serien wie RPC-N, -TNC, -7.00, -SP, -3.50, -2.92, -2.40, -1.85 oder -1.00 mm
- **Kalibrier- und Verifizier-Kits** z. B. RPC-N Revolving-Kalibrieradapter
- **Test-Kabel & Test-Komponenten**, z. B. Testkabel für VNAs, Komponenten wie Open – Short - Loads, Sliding Loads, Luftleitungen, Wechselport-Steckverbinder, T-Kalibrieradapter
- **Multiport Mini-Coax Steckverbinder** für variable Messaufbauten in der Halbleiterfertigung

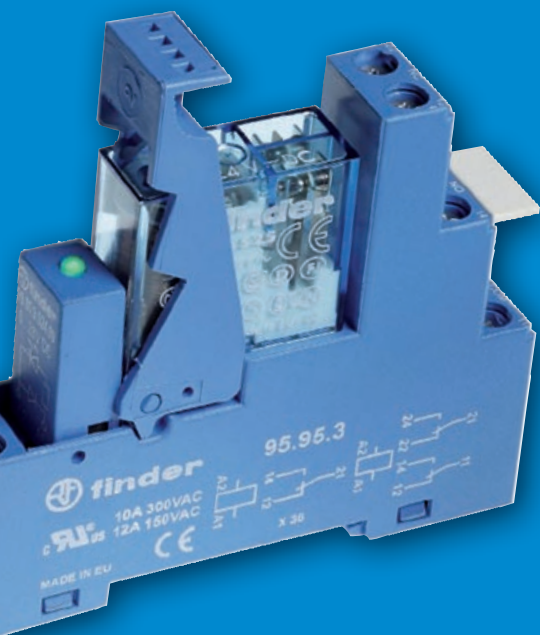
Exploring New Directions

Rosenberger
Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
Hauptstraße 1 · D-83413 Fridolfing
Tel: +49 - 8684 - 18 0
Fax: +49 - 8684 - 18 - 499
info@rosenberger.de
www.rosenberger.com

Wir stellen aus: Electronica, München, 13.-16.11.2012, Halle B3, Stand 356

Industrie Relais

by Finder



Das Relaisprogramm mit System von Finder

- montagefertige Anlieferung
- hohe Funktionssicherheit
- europäische Großserienfertigung
- internationale Zulassungen

Distribution by Schukat electronic

- 20.000 Produkte
- 3 übersichtliche Themen-Kataloge
- detaillierte Technikinfos
- günstige Preise
- 24h-Lieferservice

Vertriebsshotline: 0 21 73. 950 710

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen
www.schukat.com

electronica 2012
 inside tomorrow
 Halle A5 Stand 354

SCHUKAT
 electronic

ELEKTROMECHANIK

Bauteile stetig weiter zu miniaturisieren.

Bei der Entwicklung der SF-Y-Relais stand diese Forderung als zentraler Punkt im Pflichtenheft, und folgende Möglichkeiten inklusive ihrer Vor- und Nachteile standen zur Diskussion:

→ **Kleineres Gehäuse durch kleinere Kontakte:** Dieser Lösungsansatz macht nur Sinn, wenn das Schaltvermögen im Bereich von Signallasten liegt. Kleinere Kontakte bedeuten weniger Material und damit eine verminderte Wärmeleitfähigkeit des

netische Vorspannung erzeugt. Dies hat den Vorteil, dass der durch die Spule zu erzeugende elektromagnetische Fluss – im Vergleich zu einem ungepolten System – geringer ausfallen darf, um die benötigten hohen Kontaktkräfte zu erreichen. Somit ist auch weniger Strom durch die Relaispule notwendig, und der Wert der Verlustleistung sinkt. Das SFN4D-Relais setzt hier mit 390 mW Nennleistung und lediglich 140 mW Halteleistung eine Bestmarke für ein sechspoliges Relais mit zwangsgeführten Kontakten. Als weitere Vorteile ergeben sich hohe identische

Kontaktkräfte für Schließer und Öffner sowie die Temperaturkompensation der Ansteuerseite (Änderung des Spulenwiderstandes versus Änderung der Eigenschaften des Dauermagneten).

Das angesprochene Drehankersystem ergänzt die angesprochenen positiven Eigenschaften des Relais um

zwei weitere: Durch den mittelpunkts-gelagerten Anker (in Bild 2 erkennbar) ist das Antriebssystem sehr unempfindlich gegen Schock und Vibration sowie die Einbaulage. Zudem erlaubt das System hohe Kontaktkräfte bei geringer Erregerleistung, da sich Dauer- und Erregerfluss in vier Kontaktspalten überlagern.

Betrachtet man die Summe der Eigenschaften des Drehankersystems, wird schnell klar, dass für eine ambitionierte Neuentwicklung wie das SF-Y kein gewöhnlicher, einfacher Klappanker Verwendung finden durfte. Ziel musste es vielmehr sein, den Antrieb unter Beibehaltung seiner technischen Eigenschaften deutlich zu verkleinern. Das eindrucksvolle Resultat zeigt wiederum Bild 2: Der Platzbedarf des neuen Antriebs konnte auf weniger als die Hälfte im Vergleich zum SFN4D reduziert werden. Lediglich die Spulenverlustleistung fällt mit nominal 670 mW etwas höher aus, was der deutlich kompakteren Spule mit reduzierter Windungszahl geschuldet ist. Betreibt man das SF-Y wie üblich mit etwa 60 % der Nennspannung, entweder durch Taktung oder Absenkung der Versorgungsspannung, so sinkt die Verlustleistung auf 241 mW.

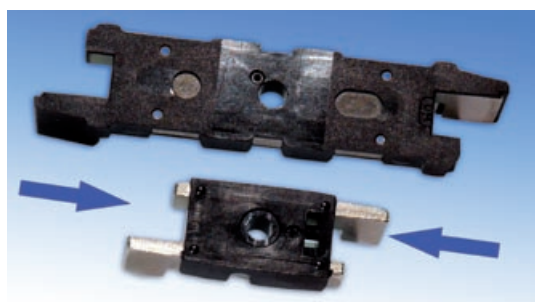


Bild 2. Gepoltes Drehankersystem. Gegenüber dem Anker des SFN4D-Relais (oben) konnte der Anker der neuen SF-Y-Familie (unten) deutlich miniaturisiert werden.

Kontaktsystems. Folglich bringt die Hitze von Lichtbögen beim Schaltvorgang einen deutlich höheren Kontaktverschleiß mit sich und die Lebensdauer des Relais sinkt. Zusätzlich müssen Einbußen bei der Überlastfähigkeit hingenommen werden.

→ **Kleineres Gehäuse durch enger gepackte Pins:** Betrachtet man ein klassisches Relais für die Sicherheitsrelaismodule, so verfügt es über sechs Kontakte mit je zwei Pins und eine Spule mit zwei Pins. Es gilt also, 14 Beinchen auf einer möglichst kompakten Fläche unterzubringen. Ein typisches Rastermaß von 2,54 mm ist allerdings nicht möglich, denn in der Industrie ist häufig eine verstärkte Isolation zwischen den Kontaktsätzen sowie den Kontakten und der Spule gefordert. Um diese verstärkte Isolation zu erreichen, schreibt die Norm EN 60664-1 eine Luft- und Kriechstrecke von 5,5 mm vor.

→ **Kleineres Gehäuse durch kleineren Antrieb:** Eine Spezialität der flachbauenden SF-Relais von Panasonic ist das gepolte Drehankersystem als Antriebseinheit für die Kontakte (siehe Bild 2).

Gepolt bedeutet, dass ein Permanentmagnet im Antriebssystem eine mag-

Anhand dieses kurzen Abrisses wird deutlich, dass die größte Platzeinsparung durch die Miniaturisierung des Antriebs zu erreichen ist. Zusammen mit einigen weiteren Optimierungen konnte der Platzbedarf des sechspoligen SF-Y um 40 % gegenüber dem vergleichbaren SFN4D reduziert werden. Bei der vierpoligen Type beträgt die Platzreduktion immerhin noch 34 % gegenüber den vergleichbaren Typen SF2D/SF3.

Doch es gib noch weitere technische Besonderheiten, deren Kenntnis beim Design-in von Vorteil ist.

Praxisgerechte Bewertung der Datenblatt-Spezifikationen

Die zentrale und gern diskutierte Kenngröße von Relais im Allgemeinen ist der mögliche Schaltstrom für ohmsche, kapazitive oder induktive Lasten jeglicher Größe. **Bild 3** zeigt exemplarisch einen Auszug des SF-Y-Relaisdatenblatts: Mit einem maximalen Schaltvermögen von 6 A bei 250 V(AC)/30 V(DC) und einem minimalen Schaltvermögen von 10 mA/10 V(DC) reiht es sich nahtlos in die üblichen Dimensionen vergleichbarer Typen ein. Das komplette Datenblatt indes ist unter www.panasonic-electric-works.com abrufbar.

Leider geben diese gängigen Werte aber kaum Aufschluss über die tatsächlichen Fähigkeiten des Relais. Sie stellen nur eine Momentaufnahme dar, die nichts anderes aussagt, als dass der Hersteller eine Lebensdauer von 100.000 Schaltspielen bei einer ohmschen Last von 6 A bei 250 V(AC)/30 V(DC) und Betriebsbedingungen laut Datenblatt garantiert.

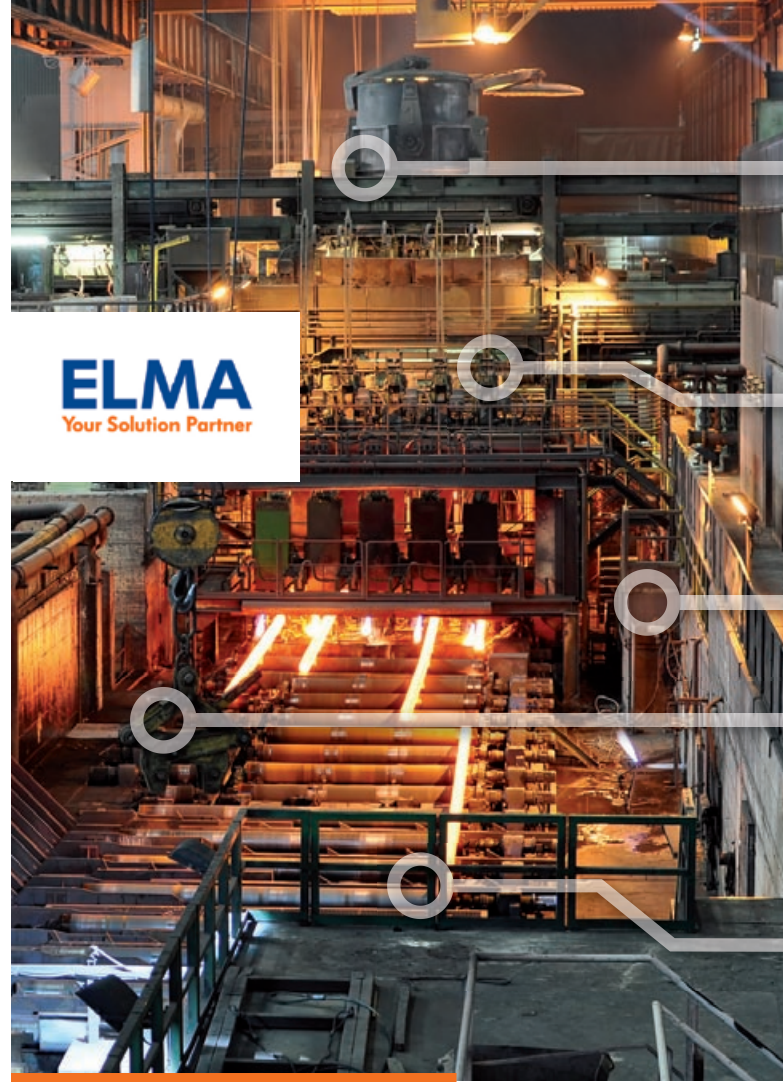
In den seltensten Fällen wird das Relais tatsächlich mit dieser Last beaufschlagt. Im realen Alltagsinsatz werden die Kontakte hauptsächlich mit kapazitiven, induktiven oder verschiedenen Mischlasten konfrontiert – zum Beispiel mit

SPECIFICATIONS			
Contact			
Item		4 poles	6 poles
Contact arrangement		2 Form A / 2 Form B 3 Form A / 1 Form B	4 Form A / 2 Form B 5 Form A / 1 Form B
Forcibly guided contacts		all contacts: Type A, EN 50205	
Initial contact resistance, max. (By voltage drop 6 V DC 1 A)		100 mΩ	
Contact material		Gold-flashed AgNi alloy type	
Rating (resistive load)	Nominal switching capacity	6 A 250 V AC, 6 A 30 V DC	
	Max. switching power	1,500 VA, 180 W	
	Max. switching voltage	250 V AC, 30 V DC	
	Max. switching current	6 A	
	Min. switching capacity (Reference value) ¹⁾	10 mA 10 V DC	
Expected life (min. operations)	Mechanical (at 180 cpm)	10 ⁷	
	Electrical	250 V AC 6 A resistive load: 10 ⁵ (at 20 cpm)	
Degree of protection		RT III ²⁾	

Bild 3. Auszug aus dem Datenblatt des SF-Y-Relais.

Motoren, Schützspulen oder Magnetventilen. Diese Lasten stellen durch hohe Ein- oder Abschaltströme und den daraus resultierenden starken Lichtbögen eine besondere Herausforderung für die Relaiskontakte dar. Auf der anderen Seite gilt es oft, Kleinlasten zuverlässig zu schalten, etwa über den internen Rücklesekontakt. Auch eine nachgeschaltete Auswerteeinheit stellt eine typische Anwendung dar.

Die Herausforderung liegt hier nicht in der Lebensdauer der Kontakte, welche sich bei Kleinlasten der mechanischen Lebensdauer annähert, sondern in der Kontaktzuverlässigkeit. Korrosion und Fremdschichtbildung können zu einem hohen elektrischen Widerstand an der Kontaktstelle führen.



Elma. Erste Wahl, wo Qualität gefragt ist.

Wir entwickeln robuste Elektronik, die sich perfekt in Netzwerke einbinden lässt. Wir wissen, wie man die Möglichkeit zur Fernwartung gewährleistet. Wir garantieren Funktionsfähigkeit selbst unter schwierigsten Bedingungen. Wir sind bereit für das nächste Projekt.

Wir sind bereit für Ihr Projekt.



electronica 2012
Halle A2 • Stand 274



Fragen Sie uns an!
+49 (0)7231 9734 0 • info@elma.de
www.elma.com

P | Cabling

Ethernet M12

Leistungstarke Geräte-
anschlussysteme für die
industrielle Automation.



- ▶ feldkonfektionierbarer M12 Stecker
- ▶ 8-polig, X-kodiert, geeignet für „Industrial Ethernet“
- ▶ zukunftssicher durch hohe Leistungsklasse Cat.6_A
- ▶ hohe mechanische Festigkeit in rauer Umgebung, IP67 geschützt
- ▶ einfachste Konfektion - ohne Spezialwerkzeug anschließbar

Besuchen Sie uns

electronica 2012
inside tomorrow
13.11. bis 16.11.2012
Halle B4 Stand 440

www.metz-connect.com

Members of METZ CONNECT

ELEKTROMECHANIK

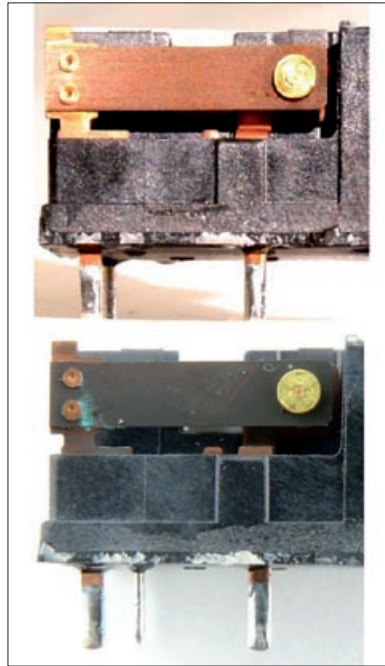


Bild 4. Das Schalten großer Lasten verursacht Abbrand, der als schwarze Ablagerung zu Isolationsversagen oder hochohmigen Kontakten führen kann (unten). Einen sauberen Kontakt zeigt das obere Bild.

Eine entsprechende Dichtheit nach RTIII und hochwertige Kontaktmaterialien helfen hier ebenso weiter wie einzelne Kontaktkammern, welche das Fremdverschmutzen durch leistungsintensive Schaltvorgänge benachbarter Kontakte vermindern (siehe **Bild 4**). Zusätzlich bieten viele Hersteller die Möglichkeit an, einzelne oder alle Kontakte zur Vorbeugung von Korrosion mit Hartvergoldung (zirka 3 bis 5 µm Goldauflage) zu versehen.

Sind die zu schaltenden Maximallasten definiert, lohnt ein weiterer Blick ins Datenblatt oder der Kontakt zum Relaishersteller. Oftmals können neben

Lastgrenzkurven auch Lebensdauerdiagramme oder Testberichte ein genaueres Bild der tatsächlichen Fähigkeiten des Relais geben.

Was es beim Design-in zu beachten gibt, um die maximale Leistung eines Relais einfordern zu können, umreißt der nächste Abschnitt.

Temperaturüberlegungen

Auch wenn ein Relais nur zwischen zwei Schaltzuständen hin- und herschaltet, also auf den ersten Blick fast schon digital anmutet, ist es ein komplexes Bauteil und in seiner Leistungsfähigkeit stark von analogen Faktoren abhängig.

Als einer der wichtigsten Einflussfaktoren gilt die Temperatur. Die meisten Industrieapplikationen fordern eine maximal mögliche Umgebungstemperatur von 70 °C oder 85 °C. Das SF-Y ist laut Datenblatt bis 70 °C spezifiziert, kann aber unter Einhaltung gewisser Vorgaben auch bis 85 °C betrieben werden. Die Einschränkung auf 70 °C ist sinnvoll, da die Kontakte insbesondere bei anspruchsvollen Lasten schneller verschleissen. Ein Grund dafür ist der Umstand, dass bei hoher Umgebungstemperatur der nötige Wärmeeintrag in das Kontaktmaterial zum Erreichen des Schmelzpunktes geringer ist. Eine hohe Umgebungstemperatur fördert also ein Aufschmelzen der Kontaktoberfläche und damit eine Kontaktschädigung. Ist darüber hinaus eine hohe Schaltspielzahl in kurzer Zeit (hohe Schaltfrequenz) gefordert, wird es noch kritischer: Je kürzer die Zeit zwischen zwei Schaltvorgängen, desto weniger Zeit bleibt dem Kontaktsystem zum Abkühlen. Die Kontakte erhitzen

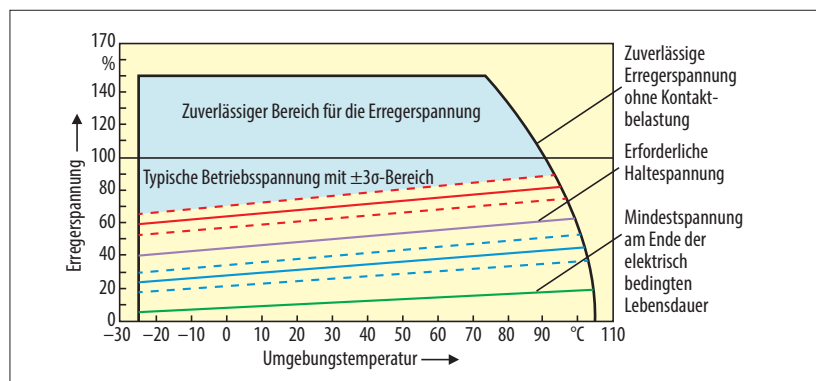


Bild 5. Das Ansteuerdiagramm des SFN4D-Relais verdeutlicht, dass mit steigender Temperatur die Spule immer weniger übererregt werden darf, um die maximal zulässigen Temperaturen des Spulendrahtes nicht zu überschreiten.

sich mit jedem Schaltvorgang weiter, und das oben genannte Aufschmelzen der Kontaktoberfläche wird zusätzlich begünstigt.

Zum anderen ist auch der Antrieb des Relais, sprich die Relaispule, gefährdet. Der durch sie fließende Strom erhitzt die Spule, und diese Wärme addiert sich zur Umgebungstemperatur und der Erwärmung, welche die schaltenden Kontakte erzeugen. Gerade in sehr klein gebauten Relais kann hier eine Temperaturerhöhung in der Größenordnung 50 bis 70 K auftreten. Damit herrschen im Inneren der Spule Temperaturen bis 150 °C – selbst ein Spulendraht mit guter und temperaturfester Isolation (zum Beispiel ein Klasse-F-Draht) kommt hier „ins Schwitzen“. Schmilzt die Isolation, entstehen Kurzschlüsse zwischen den Spulenwindungen. Der Spulenstrom steigt dadurch weiter an und die Spule beginnt zu schmoren oder zu brennen, womit das Lebensdauerende des Relais erreicht ist. Daher ist es bei hohen Umgebungstemperaturen ratsam, die Spule nicht überzuern. Bild 5 zeigt exemplarisch das Ansteuerdiagramm des SFN4D-Relais. Es verdeutlicht, wie die Fähigkeit zur Überern mit der Temperatur abnimmt.

Doch auf der anderen Seite kann auch eine zu geringe Spulenspannung zu Lebensdauereinbußen führen. Eine zu niedrige Spulenspannung führt zu längeren Schaltzeiten und stärkerer Prellneigung, was wiederum die Entstehung von Lichtbögen begünstigt und damit den Kontaktverschleiß erhöht. Die Relaishersteller empfehlen daher, Relais mit Nennspannung oder sogar mit einer leichten Überern einzuschalten und dann auf eine Haltespannung abzusinken. Dies kann entweder durch einen Widerstand in Reihe zur Relaispule geschehen, welcher frühestens nach ca. 100 ms zugeschaltet wird, oder eleganter durch eine PWM (Pulsweitenmodulation). Als Frequenz der PWM empfehlen sich je nach Relais mindestens 2 bis 5 kHz, um einem störenden Pfeifen der Relaismechanik vorzubeugen.

Rat einholen

Anhand der in diesem Beitrag behandelten Beispiele erklärt sich die umfassende Thematik und Komplexität der Relais-technik. Neben den angesprochenen Punkten gibt es noch unzählige weitere Faktoren, welche Entwickler auch in scheinbar simplen Applikationen beachten sollten, um ein zuverlässiges und über die ganze Wertschöpfungskette ökonomisches Produkt anbieten zu können. In vielen Fällen empfiehlt es sich, mit den Relaispezialisten der Hersteller Kontakt aufzunehmen und die angedachte Applikation durchzusprechen. So können bereits im Vorfeld Besonderheiten beim Design-in berücksichtigt werden. go



**Dipl.-Ing. (FH)
Markus Bichler**

ist als Produktmanager für den Bereich Relais mit zwangsgeführten Kontakten bei Panasonic Electric Works Europe AG in Holzkirchen bei München tätig.
markus.bichler@eu.panasonic.com

knitter-switch

**Schalter für alle Anwendungen
5 Millionen Schalter auf Lager
Weltweiter Support**



Druckschalter

**Dual-in-line
Schalter**

Drehschalter

Taktschalter

**Drehcodier-
schalter**

Encoder



**Multifunktions-
taster**

**Folien-
tastaturen**

Kippschalter

**Schiebe-
schalter**

Mikroschalter



electronica 2012
13-16 November 2012
Hall B5 · Stand 273



knitter-switch

Tel: +49 (0) 8106-36 21 0
Fax: +49 (0) 8106-36 21 40
E-mail: info@knitter-switch.com

Neue Poststrasse 17
Postfach 10 02 33
85598 Baldham
GERMANY



www.knitter-switch.com