



Relais *aktuell*



Fit in die Zukunft!

Relais in Höchstform

Als Antwort auf branchenübergreifende Trends wie Miniaturisierung, Preisdruck und alternative Technologien (Halbleiter) haben die Relaishersteller ihre Produkte in den letzten 20 Jahren einem Fitnessprogramm unterzogen.

Das führte dazu, dass sich sowohl das Volumen der Relais als auch die Spulenverlustleistung signifikant verringert haben – bei gleichbleibendem Schaltvermögen und steigenden Anforderungen an die Zuverlässigkeit. Ein Maß dafür ist die Leistungsdichte (Abb. 1).

Es scheint als wäre bei der Miniaturisierung eine Grenze erreicht, die sich nur noch geringfügig verschieben lässt, während die Leistungsdichte deutlich gesteigert werden konnte.

Die technische Herausforderung bei der Miniaturisierung besteht in dem zur Verfügung stehenden Volumen für die Erregerspule. Ein kleineres Magnetssystem stellt letztendlich geringere mechanische Kräfte für den Schaltkontakt zur Verfügung. Mit sinkender Kontaktkraft erhöht sich aber der Kontaktwiderstand und damit die Verlustleistung – das Relais wird zu warm.

Für gestiegene Lebensdauerforderungen ließen sich Kontaktmaterialien mit noch geringerer Verschleißneigung finden.

Diese gehen aber einher mit dem Nachteil der höheren Dotierung des Kontaktmaterials und damit wiederum einer Erhöhung des Kontaktwiderstandes.

In Hinblick auf die begrenzten Kapazitäten von Mensch und Natur bilden neue Megatrends wie Ressourcenschonung und Umweltverträglichkeit zusätzliche Herausforderungen an unsere Gesellschaft. Auch die Relaishersteller stellen sich dieser Herausforderung, indem sie versuchen, den Material- und Energieeinsatz am Produkt und im Prozess zu verringern.

Wie also lässt sich diese Forderung bei einem elektromechanischen Relais bei annähernd gleichen technischen Parametern umsetzen?

Zum Beispiel wird der Energiebedarf durch Wärmerrückgewinnung in den Fertigungswerken erheblich reduziert.

Tampondruck mit lösemittelhaltigen Farben für die Gehäusekennzeichnung wird durch Laserbeschriftung ersetzt, wodurch die Schadstoffbelastung sinkt.

Fortsetzung Seite 2

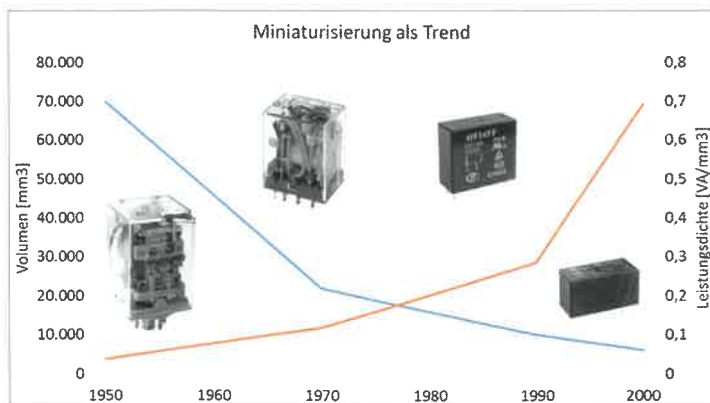


Abb. 1: Entwicklung der Leistungsdichte im Trend der Miniaturisierung

In dieser Ausgabe

- Fit in die Zukunft!
- Editorial: Was lange währt...
- Weiterhin auf Erfolgskurs
Relais in der Photovoltaik
- Mit Sonnenkraft voraus!
Relais für zukünftige Gleichstromnetze
- Einbruch? Nein Danke!
Relais in der Gebäudeautomation
- Plug-in Hybrid im Schaltschrank

Was lange währt...



Wie so oft in der Geschichte großer Erfindungen erheben auch beim Elektroauto mehrere Personen gleichzeitig den Anspruch der Erste gewesen zu sein. Ob sie weltweit nun wirklich die Ersten waren lässt sich nicht zweifelsfrei belegen, aber eine kleine deutsche Maschinenfabrik hatte mit ihrem „Flocken Elektrowagen“ noch vor der Wende ins 20. Jahrhundert die Nase ganz weit vorn. Nicht nur der 4-Takt der automobilen Entwicklung wurde damals maßgeblich von Deutschland aus bestimmt.

Die Idee für ein Fahrzeug auf Basis eines Elektroantriebs war noch nicht dem Umweltgedanken geschuldet sondern entsprach einfach den historischen Gegebenheiten des technischen Fortschritts. Die ersten Elektromotoren - so unausgereift sie technisch auch sein mochten - waren schon damals den Antrieben auf Basis fossiler Brennstoffe an Wirkungsgrad weit überlegen. Trotzdem war der Niedergang des Elektroautos noch vor Beginn des 1. Weltkrieges besiegelt und der Aufschwung des Verbrennungsmotors zunächst unaufhaltsam.

Ein Jahrhundert lang hat Deutschland die technische Entwicklung des benzin- und dieselgetriebenen Automobils ganz erheblich mitbestimmt. Umso bitterer ist es für unsere Automobilentwickler, dass der Takt der Elektromobilität nicht in Europa und schon gar nicht in Deutschland geschlagen wird. Zu lange hatten die deutschen Autobauer nur ein mildes Lächeln für Toyota übrig, die heute mit 1,5 Million verkaufter Hybrid- und Elektroautos im Jahr uneinholbar davongeeilt sind. Darüber hinaus führt China der Welt gerade vor, wie mit großzügiger staatlicher Förderung und per Direktive der Absatz, aber damit auch die technologische Entwicklung der Elektrofahrzeuge, mit großen Schritten vorangetrieben wird.

Es geht eben um weit mehr als um einzelne Prestigeprojekte und kurzfristigen Absatz. Das Elektroauto fordert und fördert völlig neue Entwicklungen und Technologien. Auch viele deutsche Firmen arbeiten seit Jahren an den Lösungen für die Elektromobilität und der dafür notwendigen Infrastruktur. Die großen Stückzahlen, die auch die immensen Entwicklungskosten wieder einspielen würden, lassen hierzulande bislang leider auf sich warten.

Seit Kurzem bietet nun auch Deutschland Kaufanreize für Elektrofahrzeuge. Die Hoffnungen auf stark steigende Absatzzahlen sind groß, auch wenn das Bonussystem kontrovers diskutiert wird. Aber erschwingliche Preise für den Massenmarkt allein reichen nicht aus um mehr Menschen zum Kauf eines „Stromers“ zu animieren. Vor allem die benötigte Infrastruktur muss überproportional schnell wachsen. Was lange währt... wird nur dann gut, wenn die vorhandenen Potentiale optimal ausgeschöpft werden. Die Voraussetzungen sind allemal vorhanden.

Ihr
Andreas Grüber

Andreas Grüber
Hongfa Europe GmbH

Fortsetzung Seite 1

Für das Design des Relais ergeben sich folgende Ansatzpunkte:

- Verringerung des Edelmetallanteiles der Schaltkontakte (Abb. 2)
- Reduktion der Einzelteile – Wegfall von Prozessschritten
- Optimiertes Design der Einzelteile – geringerer Abfall
- Bessere Auslegung der Einzelteilwerkzeuge – geringerer Rohstoffbedarf

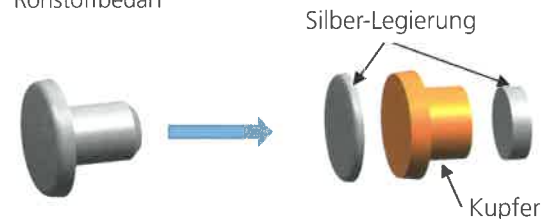


Abb. 2: Ersatz des massiven Kontaktmetalls durch ein Trimetall-Kontaktmetall

Am Beispiel des HF115FK Relais – einem Mitglied der 16 A Netzrelaisfamilie – lässt sich zeigen, dass diese Punkte erfolgreich umgesetzt wurden. Für den Endverbraucher ist es bei all diesen Maßnahmen wichtig, dass keine Abstriche beim Leistungsvermögen des Relais gemacht werden müssen (in diesem konkreten Fall beträgt die Spulenverlustleistung 400 mW, das Bauvolumen 5,78 cm³ und die Schaltleistung bis zu 4000 VA).

Die Evaluierung belegt, dass das Relais hinsichtlich der technischen Parameter alle Anforderungen erfüllt. Ein Vergleich der elektrischen Lebensdauer zwischen dem bewährten Relais HF115F und der materialoptimierten Variante HF115FK zeigt gleichwertige B₁₀-Werte in der Lebensdauer (Abb.3).

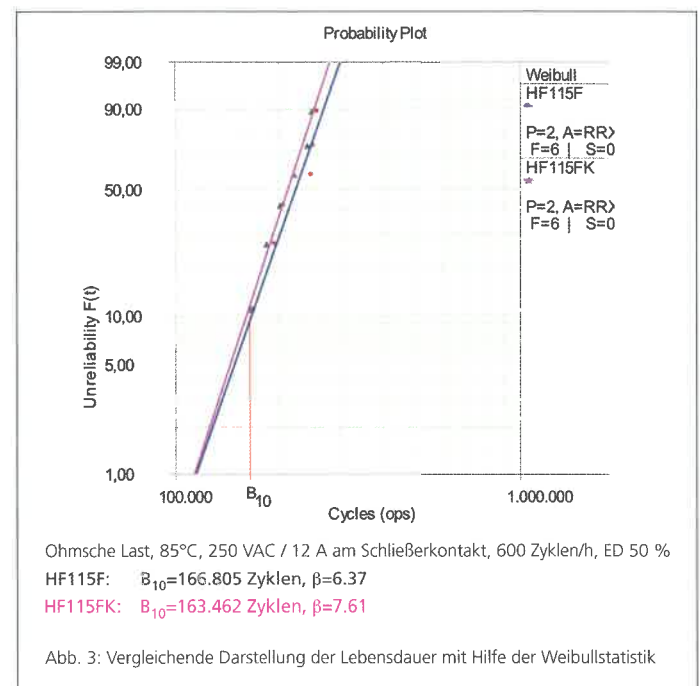


Abb. 3: Vergleichende Darstellung der Lebensdauer mit Hilfe der Weibullstatistik

Wie beschrieben ist eine Optimierung von Relais durch geeignete Maßnahmen ohne Reduzierung der Leistungsfähigkeit erreichbar. Ein bisschen was geht also immer. Neue Anforderungen führen auch hier zu weiterem technischen Fortschritt.



Einbruch? Nein Danke!

Relais in der Gebäudeautomatisierung

Wie man in der letzten Zeit vermehrt liest, wird vor Einbrüchen gewarnt. Die Polizeiliche Kriminalstatistik für das Jahr 2015 zeigt bei Wohnungseinbrüchen eine Steigerung von 10% zum Vorjahr. Das ergibt 167.136 Wohnungseinbrüche!

Es gibt mittlerweile Zuschüsse für Maßnahmen zur Einbruchsbekämpfung. Eine Maßnahme kann die Automatisierung von Rollläden sein.

Ein Umbau von manuell betriebenen Rollläden ist für handwerklich geschickte Personen möglich. Fachbetriebe findet man in jedem Telefonbuch und im Internet.

Die Motorantriebe gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen. Antriebe mit mechanischer Endlagenjustierung haben den Nachteil, dass im Fall von Nach- oder Neujustage die Rollladenkästen geöffnet werden müssen.

Neuere Lösungen haben eine eingebaute Elektronik, die sich extern justieren lässt. Es gibt auch Versionen, die sich komplett automatisch selbstlernend einstellen.

Mit dieser Technik werden die Endlagen elektronisch über eine Lernfunktion, ohne mechanische Einstellung im Rollladenkasten, realisiert. Zusätzlich ist es über Tasten, Sensoren, Funkfernbedienung oder BUS-Schnittstellen möglich, variable Schaltpunkte zu definieren. Neben Anwendungen wie Öffnen und Schließen bei Sonnenauf- oder -untergang gewinnen Funktionen wie Anwesenheitssimulation als präventiver Einbruchschutz immer mehr an Bedeutung. Ebenso sind energetische Aspekte wie UV-Schutz oder Isolation realisierbar.

Bei diesen Anwendungen sind die Kontaktbelastungen für die verwendeten Relais im Bereich von ca. 1 A, jedoch ist zu beachten, dass es sich hierbei um induktive Lasten (1-Phasen-Motorlasten) handelt. Werden mehrere Motoren über ein Relais angesteuert, können die Schaltströme weitaus höher sein.

G5Q und G5NB Serie*

* G5Q Serie (1C oder 1NO, 10/250VAC, 200/400mW, 6mm L&K)
G5NB Serie (1NO, 5A oder 7A/250AC, 200mW, 6mm L&K)

Rohrmotor Rademacher mit Funksteuerung



Die einfachste Lösung ist die Ansteuerung des Antriebs durch eine Zeitschaltuhr. Auch diese hat 2 Relais im Einsatz, die einem oder mehreren Antrieben den zentralen Auf- oder Ab-Befehl geben. Diese Eigenschaft kann für verschiedenste Funktionen genutzt werden.

Die Anforderung an die Relais sind je nach Anwendung vielfältig. Da der Antrieb für die Elektronikplatine wenig Raum bietet, ist eine entsprechend kleine Bauweise notwendig. Die Kontaktbelastung je Relais hält sich mit ca. 1 A in Grenzen. Allerdings hat die gleichzeitige Ansteuerung mehrerer Motoren höhere Kontaktbelastungen zur Folge.

Für diese Anwendungen haben sich beispielsweise die Relais Typen G5Q und G5NB von Omron bewährt.

Durch ihre hohe Belastbarkeit, kompakte Bauweise, hohe Isolation und geringe Spulenstromaufnahme sind sie ideal für die Gebäudeautomatisierung geeignet.

Varianten mit glühdrahtfesten Kunststoffen und Typen für erhöhte kapazitive Einschaltströme komplettieren die Baureihen.

Mit Sonnenkraft voraus!

Relais für zukünftige Gleichstromnetze

Nachdem die Nutzung der Kernfusion auf der Erde technisch nicht absehbar ist, gilt es die Strahlung der Kernfusion im Inneren der Sonne zu nutzen, die uns hoffentlich noch eine Weile erhalten bleibt. Es zeigt sich, dass dies sehr erfolgreich mit Solarzellen möglich ist und mit gutem Wirkungsgrad realisiert wird. Da Solarzellen Gleichstrom erzeugen, ist es naheliegend sich über eine Infrastruktur mit Gleichstromnetz Gedanken zu machen [1], die jedoch neue Schaltelemente benötigt.

Schalten von Gleichstromlasten mit Relais

Das Ausschalten von Gleichspannungen stellt an Relais besondere Herausforderungen, da im Ausschaltmoment ein Lichtbogen entsteht, wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt [2].

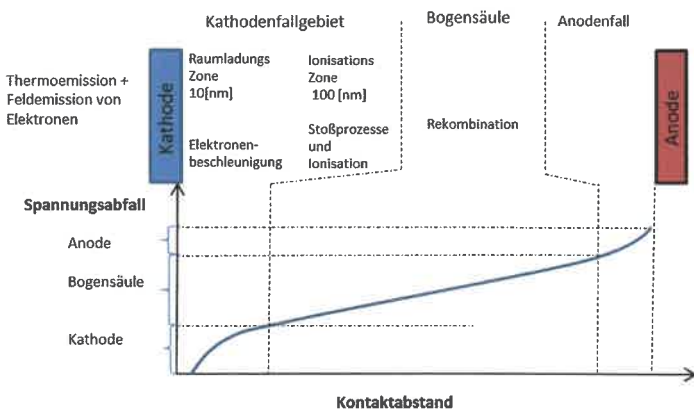


Abb. 1: Potentialverlauf im Lichtbogen

Die Lichtbogensäule kann als ein im thermischen Gleichgewicht befindliches quasi neutrales Plasma, bestehend aus Elektronen und Ionen angesehen werden. Die Lichtbogenstimmung setzt sich zusammen aus dem Spannungsabfall an der Kathode, der Anode und der Bogensäule. Ein Lichtbogen kann nur gelöscht werden, wenn der Kontaktabstand so gewählt wird, dass die Elektronen auf dem Weg von der Kathode zur Anode mehr Energie verlieren, als von der Spannungsquelle aufgebracht wird. Theoretisch kann man daher jeden Lichtbogen löschen, indem man die Bogensäule verlängert.

Die DC Abschaltung benötigt allerdings den 50-100 fachen Kontaktabstand bei einer mit Wechselstrom vergleichbaren Schaltleistung. Das ist technisch zwar möglich, aber die Bauteile werden damit viel zu groß für den praktischen Einsatz. Deshalb verlängert man den Lichtbogen üblicherweise mit einem externen Magnetfeld. Weitere konstruktive Möglichkeiten bieten Löschbleche und Schutzgase. Ein interessanter Aspekt ist hier die Wechselwirkung des Lichtbogens mit dem Gas der Umgebung. Ein frei brennender Lichtbogen in Luft hat einen Spannungsabfall von ca. 30 V/mm. Bei Einsatz von geeigneten Gasen kann man dem Lichtbogen auf gleichem Raum mehr Energie entziehen, der Spannungsabfall pro zurückgelegtem Weg vergrößert sich und der Lichtbogen benötigt eine höhere Spannung um zu bestehen.

Dies geschieht im Detail durch folgende Prozesse:
Die Elektronen aus der Kathode werden im elektrischen Feld be-

schleunigt und geben Ihre Energie durch Stoßprozesse an das umgebende Gas ab, überwiegend durch Stoßionisation. Die dabei entstehenden freien Elektronen werden wiederum beschleunigt und erzeugen noch mehr freie Elektronen, sodass ein Lawineneffekt einsetzt. Dies geschieht in der Ionisationszone, an der Grenze zwischen Kathodenfallgebiet und Bogensäule. Je nach Gasdichte und Medium ändert sich die freie Weglänge und damit der Energieaustausch pro Wechselwirkung. Diese Abhängigkeiten lassen sich nutzen, um eine geeignete Kombination aus Art des Gases, Druck und Kontaktabstand herzustellen um diesen Lawineneffekt zu unterbrechen.

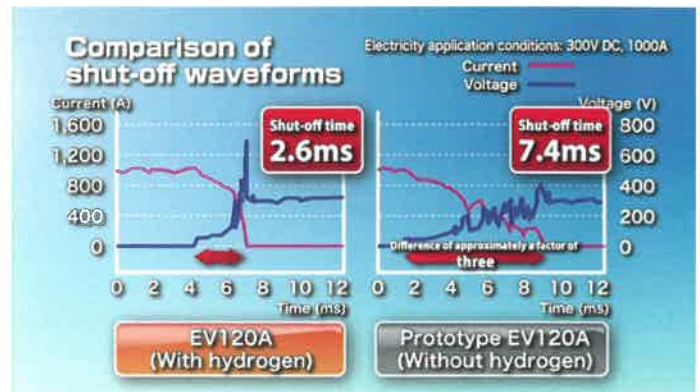


Abb. 2: Vergleich eines Ausschaltlichtbogens bei Wasserstoff und Luftatmosphäre

Abbildung 2 zeigt exemplarisch einen Vergleich für den Abschaltvorgang eines DC-Relais in Luft- und Wasserstoffatmosphäre bei 300 VDC und 1000 A. Sehr gute Ergebnisse erzielt man neben Wasserstoff auch mit Stickstoff, das den Lichtbogen deutlich schneller löscht. Messungen der Lichtbogenbrenndauer für ein kompaktes DC-Relais mit Kupferkontakten und 5 mm Kontaktabstand in verschiedenen Medien finden Sie hier in der Tabelle:

	Wasserstoff	Helium	Stickstoff	Luft
Lichtbogen-Brenndauer in ms 400 VDC / 10 A	1,7	3,9	2,8	5

Tabelle: Lichtbogenbrenndauer von verschiedenen Gasen bei Normaldruck für Kupferkontakte bei 5 mm Öffnungsweite.

Mit Wasserstoff gefüllte Trennschalter wie die EV/EP Serie von Panasonic werden zurzeit hauptsächlich im Automobilbereich verwendet. Diese Technologie kann aber auch für zukünftige Relais im Industriebereich in DC-Netzen eingesetzt werden.

Dr. Dieter Volm, Panasonic Electric Works Europe AG

Literatur

- [1] Direct Current Components + Grid, European ENIAC project, www.eniac.eu, www.dcc-g.eu.
- [2] Anheuser, M.; Behrens, V.; Berger, F.; Mützel, T.: Schaltende Kontakte und deren Werkstoffe, Einführungsvortrag, VDE-Fachbericht 71, 23. Albert-Keil-Kontaktseminar, Karlsruhe, 2015



Weiterhin auf Erfolgskurs

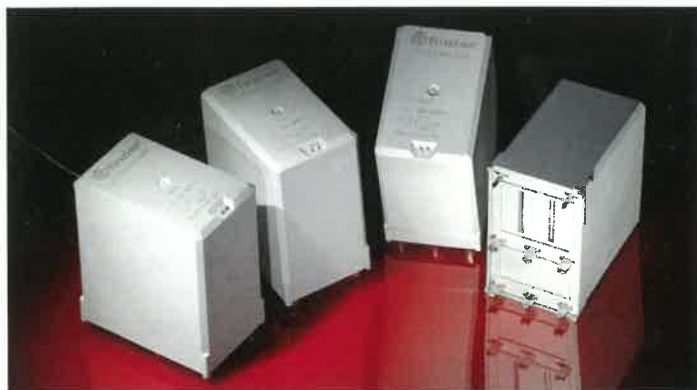
Relais in der Photovoltaik

Solaranlagen in Deutschland erzeugten 2015 rund 38 Mrd. kWh Strom und deckten damit rechnerisch den Jahresbedarf von ca. 10,8 Millionen Haushalten.

Damit liegt der Anteil am Gesamtverbrauch Deutschlands bei über 6%.

Ein Herzstück jeder Solaranlage (Photovoltaikanlage) ist der Wechselrichter. Er wandelt den Gleichstrom aus den Solarmodulen in Wechselstrom um, damit er ins öffentliche Netz eingespeist werden kann. Dabei sind sicherheitstechnische Aspekte zu beachten. Arbeiter, die an einer vom Netz getrennten Anlage tätig sind, müssen ausreichend vor Spannung, die aus der Solaranlage stammt, geschützt werden. Die EN 62109-2:2011 sieht vor, dass der Wechselrichter der Photovoltaikanlage wechselstromseitig durch Schaltelemente mit entsprechend großer Luftstrecke vom Netz abtrennt.

Es ist nicht möglich, diese Forderung mit Halbleiter Bauelementen zu erfüllen. Aber durch je zwei in Serie angeordnete Relais in der Phase und im Nullleiter wird die Trennung vom Netz mit hinreichender Sicherheit dargestellt.



Serie 67 von FINDER

Allerdings sind dazu gereinigte Relaisansteuerungen erforderlich, wobei je eine Kombination aus Nullleiter- und Phasenrelais von einer Steuerung bedient werden soll. Dies ist erforderlich, da die Trennung auch bei jedem möglichen Einfahlerszenario gewährleistet sein muss.

Bei einer Solaranlage mit einer DC Nennspannung von 1000 Volt ist bei den zwei in Serie liegenden Schaltern ein Kontaktöffnungsweg von jeweils > 1,8 mm erforderlich. Diese Werte gelten für die Überspannungskategorie 2 bis zu einer Höhe bis 2000 Meter. Unter Berücksichtigung des Höhenkorrekturfaktors nach IEC60664-1 er-

möglichen Relais mit einem Öffnungsweg von > 3 mm den Betrieb in bis zu 5500 Metern Höhe.

5,2 mm reichen demnach für 9000 Meter Höhe aus. Die Relais, welche diese Trennfunktion übernehmen, sind in den meisten Fällen direkt im Solarwechselrichter integriert. Deshalb werden Relais verlangt, die möglichst wenig Wärme erzeugen. Dies kann mit Relais, die eine große magnetische Hysterese aufweisen dargestellt werden.

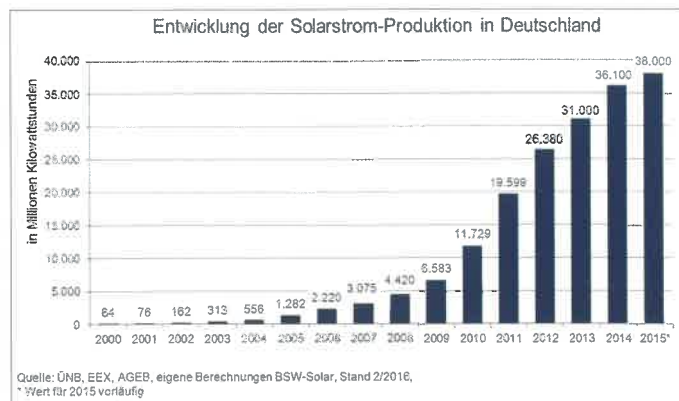
Am Markt sind Relais verfügbar, deren Halteleistung ca.10% der Spulennennleistung beträgt. Ein Betrieb mit derart reduzierter Spulenleistung verbessert nicht nur die thermischen Eigenschaften des Wechselrichters, sondern auch seinen Wirkungsgrad.

Die im Relais durch die Übergangswiderstände und die Spulenleistung entstehende Wärme wird im Wesentlichen über die Kupferbahnen der Leiterplatte abgeführt. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit durch den Aufbau der Relaispins einen Spalt zwischen der Relaisunterseite und der Platine zu schaffen. Bei geschickter Anordnung kann durch diesen Spalt strömende Luft erheblich zur Kühlung des Relais beitragen.

Es zeigt sich, dass ein wichtiges Gerät wie ein Wechselrichter nur mit gut durchdachter, optimierter Relais-technik die Sicherheitsanforderungen erfüllen kann.

Mit seiner Serie 67 hat FINDER ein Relais auf den Markt gebracht, dass für die aufgezeigte Anwendung hervorragend geeignet ist.

Manfred Clout, FINDER GmbH





Plug-in Hybrid im Schaltschrank

Relais sind lebendiger denn je. Entwickler moderner Industrieschaltgeräte ersetzen den Gedanken der totalen Ablösung elektromechanischer Schalter immer öfter durch Nutzung der Vorteile einer Kombination von Relais und Halbleitern.

Nehmen wir an, es ist ein 3 Phasenmotor, z. B. mit 3 kW Nennleistung anzusteuern, dessen Drehrichtung umkehrbar sein soll. Not-Halt (IEC 61508 / ISO13849) und Motorschutz müssen implementiert werden.

In klassischer Bauweise füllt diese Schaltungskombination aus zwei Wendeschützen, einer redundanten Not-Halt-Schutz Kombination und eines Motorschutzschalters knapp 19 cm auf einer DIN-Schiene im Schaltschrank. Dazu kommt der Aufwand der manuellen Verdrahtung der Komponenten mit entsprechender menschlicher Fehlerquote.

Alle genannten Funktionen lassen sich jedoch auch in einem Gerät mit einer Baubreite von 22,5 mm realisieren – Dank einer ausgeklügelten Schaltungskombination von modernen Relais und Halbleitern. Die Halbleiter übernehmen die hohen Einschaltströme und dann auch wieder das Abschalten. Lichtbögen, wie sie typischerweise an Kontaktsätzen elektromechanischer Schalter auftreten, werden vermieden und damit entsteht kein nennenswerter Kontaktverschleiß. Dann aber ist die Einsatzzeit der Halbleiter auch schon beendet, denn das Führen der Lastströme würde eine aufwendige Kühlung und Raum dafür verlangen. Jetzt übernehmen Relais die Aufgabe, die sich wegen der geringen Kontaktübergangswiderstände der Relaiskontakte deutlich geringer erwärmen.

Neben dem Dauerstrom von 6,5 A muss im Fall einer Blockierung des Motors für 1,5 s ein Strom von 52 A (8 facher Nennstrom) geführt und abgeschaltet werden können.



RT424

Das RT424 von TE Connectivity wurde in dieser konkreten Schaltungskombination für Nennströme bis 6,5 A nach der Gebrauchskategorie AC53 a (Käfigläufermotor) qualifiziert, wobei Blockierströme bis 52 A auftreten können. Zusätzlich nutzt man die Wechsler, um die Drehrichtung zu verriegeln. Ein weiteres, kleineres Relais stellt eine potentialfreie Rückmeldung von Störungen zur Verfügung. Aufgrund seiner Kleinheit bei gleichzeitig guten Isolationseigenschaften ist dafür ein 5 mm Netzrelais besonders geeignet.

Die Hybridanordnung von elektromechanischen Relais und Halbleitern in smarten Motorsteuergeräten bietet dem Anwender neben dem Vorteil der umfassenden Funktionalität eine kleine Baugröße, minimalen Verschaltungsaufwand und erhöhte Lebensdauer.

Motorsteuergeräte, wie z. B. das CONTACTRON von Phoenix Contact zeigen, dass sich durch die vorteilhafte Nutzung der elektromechanischen Relais in Verbindung mit Halbleitern neue Anwendungen erschließen.

Rainer Eisinger, TE Connectivity

■ impressum

Herausgeber: Forum Innovation Deutscher Schaltrelaishersteller im ZVEI
Auflage: 36.200

Redaktion: R. Eisinger, M. Cloot, E. Kirsch, J. Schönauer, J. Steinhäuser, Dr. M. Winzenick, Ch. Oehler, A. Grüber

Kontakt: ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.,
Fachabteilung Relais, Lyoner Str. 9, 60596 Frankfurt/Main

Beteiligte Firmen:
Dold & Söhne KG, ELESTA GmbH, FINDER GmbH, HENGSTLER GmbH,
Hongfa Europe GmbH, Omron Electronic Components Europe B.V.,
Panasonic Electric Works Europe AG, TE Connectivity,

Die abgedruckten Daten sind nicht allgemein verbindlich.
Maßgebend sind die spezifischen Daten der Hersteller.