

Nahezu unbegrenzte Lebensdauer

Zuverlässigkeit moderner Halbleiterrelais

Moderne Halbleiterrelais sind in immer mehr Anwendungen eine echte Alternative zum klassischen elektromechanischen Relais. Im Vergleich zu konventionellen Relais bieten Schaltkontakte in Halbleitertechnik vor allem zwei wesentliche Vorteile: Hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer. In Verbindung mit einem stetigen verbesserten Preis-/Leistungsverhältnis steht dem Siegeszug der kleinen, leichten und sparsamen Schaltelemente nichts mehr im Weg.

Aber auch zum aktuellen Thema Energie- und damit CO₂-Einsparung können Halbleiter-Relais einen wertvollen Beitrag liefern. Sie bieten gegenüber dem elektromechanischen Relais eine deutlich reduzierte Ansteuerleistung, wodurch die Effizienz von Schaltungen und Geräten erheblich verbessert werden kann.

Stromfressende Stand-By-Funktionen sind hier nur ein Beispiel von vielen. Oftmals lässt sich jede Menge Energie mit der richtigen Auswahl von Bauelementen einsparen, was heute meist ohne Kompromisse möglich ist. Im Gegenteil, oft holt man sich mit moderner Halbleitertechnik viele weitere Vorteile auf die Leiterplatte, wie am Beispiel PhotoMOS-Relais leicht zu erkennen ist. Doch warum ist das so, und wie funktionieren PhotoMOS eigentlich?

Kerntechnologie PhotoMOS

Zwischen elektromechanischen Relais und PhotoMOS in Halbleitertechnik verhält es sich ähnlich wie zwischen Verbrennungsfahrzeugen und Elektroautos. Einmal sorgt verlustbehaftete Mechanik für Antrieb bzw. Kontakt, einmal eine elegante Elektronik. Weil letztere keine beweglichen Teile wie Anker oder Kontakte hat und somit beim Schalten kein Lichtbogen entsteht, arbeiten Halbleiterrelais verschleißfrei. Probleme wie Materialwanderung sowie Verschmutzung oder Oxidation der Kontaktflächen sind ihnen fremd. Darüber hinaus weisen sie eine Vielzahl weiterer Vorteile auf:

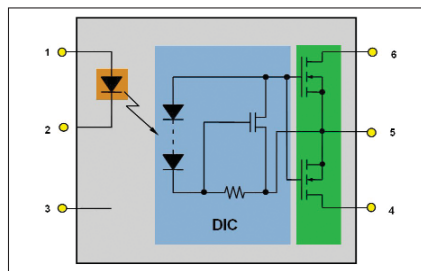


Bild 1: Funktionsschema PhotoMOS (AQV)

- ▶ geringer Steuerstrom (ab typ. 0,3 mA),
- ▶ nicht-induktiver Eingang (LED),
- ▶ kurze Schaltzeiten (bis typ. 20 µs),
- ▶ geringe Ausgangskapazität (bis typ. 1 pF),
- ▶ geräuschlos,
- ▶ hohe Schock- und Vibrationsfestigkeit,
- ▶ keine bevorzugte Einbaulage,
- ▶ kein Kontaktprellen.

Insbesondere durch die kontinuierliche Reduktion der Verlustleistung am Ausgang, bedingt durch den optimierten Übergangswiderstand der Ausgangshalbleiter, dringen moderne Halbleiterrelais in immer höhere Schaltspannungs- und Stromregionen vor. (Beispiel: AQV252G – DIL6, 60 V_U, 5 A). Dadurch ergeben sich völlig neue Anwendungsmöglichkeiten in nahezu allen Industriebereichen.

Die Funktionsweise aller Halbleiterrelais ist grundsätzlich immer gleich. Eine LED im Eingangskreis steuert über eine optische Strecke ein Solarzellenfeld an, das wiederum einen Leistungshalbleiter am Ausgang schaltet. Je nach Art kann dies ein

Transistor, Thyristor, Triac oder MOSFET sein. Während sich die weit verbreiteten Solid State Relais (SSR) mit Triac-Ausgang nur für AC-Lasten eignen, schalten Halbleiterrelais mit MOSFET-Ausgang meist sowohl DC- wie auch AC-Lasten in ein und demselben Bauteil.

Funktionsweise von PhotoMOS

Panasonic Electric Works bietet unter der Produktfamilie PhotoMOS eine spezielle Art von Halbleiterrelais in MOSFET-Technologie an, erhältlich in den Gehäuseformen SSOP, SOP, DIL oder SIL. Diese PhotoMOS-Relais bestehen im Eingangskreis aus einer Leuchtdiode, die bereits bei einem Betriebsstrom von nur wenigen Milliampere Licht emittiert. Ein optisch gekoppeltes Solarzellenfeld, das durch einen semitransparenten Isolator vom Eingangskreis getrennt ist, wandelt das Licht in eine elektrische Spannung um (Bild 1). Durch diese Art der elektrisch nicht leitenden Verbindung ist eine galvanische Trennung zwischen Ein- und Ausgangskreis gewährleistet. Die erzeugte Photospannung versorgt eine Triggerstufe, welche wiederum die Gates zweier bidirektional antiseriell verschalteter DMOSFET (Double Diffused MOSFET) ansteuert. Diese Leistungstransistoren befinden sich direkt im Ausgangskreis des Bauteils. Die integrierte Triggerschaltung reagiert ab einem bestimmten Schwellwert der Photospannung und schaltet den Ausgang praktisch digital an und aus, um ein definiertes Schaltverhalten zu ermöglichen.

Einfluss der LED auf die Lebensdauer

PhotoMOS Halbleiterrelais besitzen eine GaAs-LED auf der Eingangsseite. Jede Halbleiter-LED unterliegt abhängig von der Nutzungsdauer einer gewissen Alterung, die sich in kontinuierlicher Reduktion der Lichtausbeute über die Zeit bemerkbar macht. Generell gilt: Je höher der LED-Betriebsstrom,

AUTOR



Dipl.-Ing. Sebastian Holzinger ist Produktmanager PhotoMOS bei Panasonic Electric Works Deutschland GmbH, 83607 Holzkirchen.

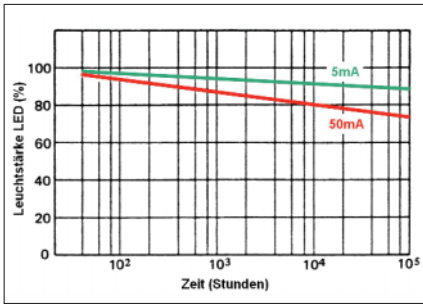


Bild 2: Leuchtstärke LED vs. Einschaltdauer

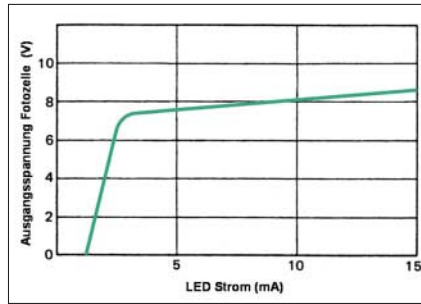


Bild 3: LED Strom vs. Photospannung

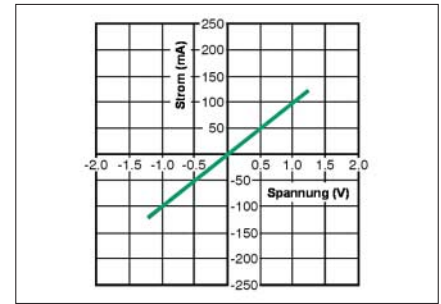


Bild 4: Übertragungskennlinie AQY225R2V

desto größer ist auch die Reduktion der Leuchtstärke über die Lebensdauer. Die Alterung in Abhängigkeit der Betriebsdauer ist exemplarisch an einem Beispiel in **Bild 2** für zwei unterschiedliche LED-Betriebsströme angegeben: Einmal der empfohlene Betriebsstrom von 5 mA und zusätzlich der maximal zulässige Strom von 50 mA. Wie man dem Bild 2 entnehmen kann, nimmt die Lichtausbeute der LED bei kontinuierlichem Betrieb mit Nennstrom (hier 5 mA) nach 100 000 Stunden (= ca. 11 Jahre) lediglich um 10 % ab. Selbst im „worst-case“, bei Betrieb mit 50 mA, bleiben nach derselben Betriebsdauer über 70 % der Leuchtstärke vorhanden.

Eine Abnahme der Leuchtstärke hat in Standard Optokopplern einen deutlichen Einfluss auf die charakteristischen elektrischen Parameter des Bauteils. Der Eingangs-/ Ausgangs-Verstärkungsfaktor (CTR) erzeugt einen direkten Zusammenhang zwischen maximalem Laststrom und Effizienz der Ansteuerung. Je geringer also die Leuchtstärke der LED, desto geringer ist der Verstärkungsfaktor des Bauteils.

PhotoMOS Relais haben einen grundsätzlich anderen Aufbau als reine Optokoppler, wodurch die Alterung der LED wirksam kompensiert werden kann. Die Funktionsweise dieser Kompensation soll im Folgenden genauer beschrieben werden. Das im Ansteuerkreis emittierte Licht wird, wie eingangs beschrieben, zuerst durch das optisch gekoppelte Solarzellenfeld in Spannung umgewandelt. Erst diese Spannung wird zur Ansteuerung der MOSFETs im Ausgangskreis verwendet. Daher ist die Ausgangscharakteristik der PhotoMOS Relais lediglich von der Ausgangsspannung des Solarzellenfelds abhängig und steht nicht im direkten Bezug zum LED Strom. Der Zusammenhang zwischen LED-Strom und Ausgangsspannung des Photoelements ist in **Bild 3** exemplarisch für PhotoMOS der Serie AQV-GU verdeutlicht. Wie in der Grafik zu sehen ist, wird diese Übertragungsstrecke bereits ab einem LED Strom von typ. 2 ... 3 mA im Bereich der absoluten Sättigung betrieben. Es ergibt sich also bei Ansteuerung mit dem für diese Typen empfohlenen LED-Strom von 5 mA ausreichend Sicherheit um Schwankungen in der Effizienz der Eingangs-LED (s. o. „Alterung“) und somit Ausgangsspannung des Photoelements auszugleichen. Selbst eine deutliche Verringerung der Lichtausbeute würde immer noch genügend Ausgangsspannung am Photoelement erzeugen, um das Bauteil sicher durchzuschalten. Aus diesem Grund unterliegen PhotoMOS-Relais keiner Alterung, bzw. Reduktion der maximal zulässigen Schaltleistung während der Lebensdauer, wie es bei Optokopplern generell üblich ist.

PhotoMOS Ausgangscharakteristik

Durch den Einsatz von MOSFETs haben PhotoMOS-Halbleiterrelais im Gegensatz zu klassischen Optokopplern oder SSR eine lineare Ausgangscharakteristik. Der Übergangswiderstand ist lediglich

von der Umgebungstemperatur und nicht von der Last abhängig. Durch das Fehlen einer Schwellspannung können selbst Kleinsignale bis hinab zu wenigen Mikroampere im Mikrovoltbereich übertragen und geschaltet werden. **Bild 4** zeigt die typische U/I - Übertragungskennlinie für RF PhotoMOS (hier: AQY225R2V). Anders als bei elektromechanischen Relais unterliegen Halbleiterrelais keinem Verschleiß. Im Rahmen ihrer Spezifikation betrieben, ergibt sich keine nutzungsabhängige Alterung. In anderen Worten: Der On-Widerstand bleibt unabhängig von der Anzahl der Schaltspiele oder der Nutzungsdauer konstant. (jj)


infoDIRECT 504ei0607
www.elektronik-industrie.de
 ▶ Link zu **Panasonic Electric Works**