



KONTAKT

Panasonic Electric Works Deutschland GmbH,
83607 Holzkirchen,
Tel. 08024/648-0,
Fax 08024/648-555,
www.panasonic-electric-works.de

JETZT AUCH FÜR HOCHFREQUENTE SIGNALE GEEIGNET

Halbleiterrelais für die Messtechnik

Schaltkontakte in Halbleitertechnik überzeugen vor allem mit geringer Ansteuerleistung und schnellen Schaltzeiten. Sie arbeiten geräuschlos und verschleißfrei; das erhöht Lebensdauer und Zuverlässigkeit. Ein Einsatz in der Messtechnik scheiterte bisher daran, dass sie den hohen Signalfrequenzen nicht gewachsen waren. Eine neue Generation von „PhotoMOS“-Relais ist jetzt für Frequenzen bis 100 MHz gerüstet.

ROBERT SPIEGLER
SEBASTIAN HOLZINGER

PhotoMOS-Relais (PMR, **Bild 1**) bestehen im Eingangskreis aus einer Leuchtdiode, die bereits bei einem Betriebsstrom von nur wenigen Milliampere Licht emittiert. Ein optisch gekoppeltes Solarzellenfeld, das ein semitransparenter Isolator vom Eingangskreis trennt, wandelt das Licht in eine elektrische Spannung. Diese Art der elektrisch nicht leitenden Verbindung gewährleistet eine galvanische Trennung zwischen Eingangs- und Ausgangskreis. Die erzeugte Fotospannung versorgt eine Triggerstufe, welche wiederum

die Gates zweier bidirektional antiserial verschalteter Double-Diffused-MOSFETs (DMOSFETS) ansteuert. Diese beiden Transistoren befinden sich direkt im Ausgangskreis des Bauteils und ermöglichen somit das Schalten von DC- sowie AC-Lasten. Im Gegensatz zu Optokopplern können, da die Schwellspannung fehlt, selbst Kleinsignale bis hinab zu wenigen Mikroampere im Mikrovoltbereich übertragen und geschaltet werden.

Um jedoch auch Signale mit hohen Frequenzen bis weit in den MHz-Bereich zuverlässig verarbeiten zu können, bedarf es besonderer Eigenschaften der Ausgangstransistoren. Dafür wurden die so genannten Low-CxR-PMR entwickelt.

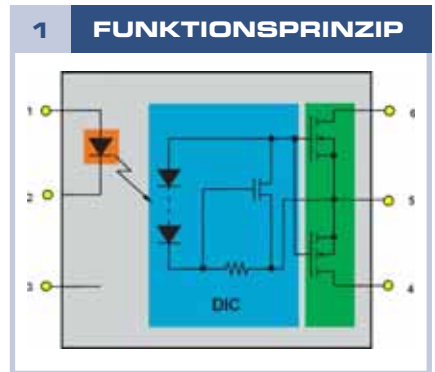


Bild 1. Im Gegensatz zu Optokopplern können PMR Signale bis hinab zu wenigen Mikroampere im Mikrovoltbereich übertragen und schalten

Low-CxR-PMRs und ihre Eigenschaften

Analog zur Einteilung elektromechanischer Relais (EMR) in Power-, Signal- oder Hochfrequenzrelais unterteilt man PMR in Varianten wie Power-, Signal- oder die oben genannten Low-CxR-Typen. Die Bezeichnung „Low CxR“ soll verdeutlichen, dass bei diesen PMR der Ausgangswiderstand und die Ausgangskapazität der Transistoren sehr gering sind. Ein typischer Einsatzbereich sind Kleinsignalanwendungen, etwa in der Medizin-, Mess- oder Kommunikationstechnik, bei denen hohe Frequenzen übertragen werden.

Ausgangsseitig übernehmen wie oben erwähnt zwei DMOSFETs die eigentliche Schaltfunktion. Jeder DMOSFET definiert sich über einen Ausgangswiderstand und eine Ausgangskapazität. Die Lastseite kann anhand eines einfachen Ersatzschaltbilds beschrieben werden, wobei dem Lastwiderstand R_L zunächst keine Aufmerksamkeit geschenkt wird (**Bild 2**).

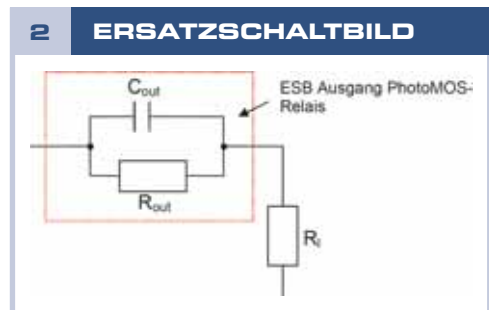


Bild 2. Ausgang PhotoMOS in Serie mit Lastwiderstand R_L ; Der Ausgangswiderstand übernimmt die eigentliche Schaltfunktion

3 AUSGANGSKAPAZITÄT

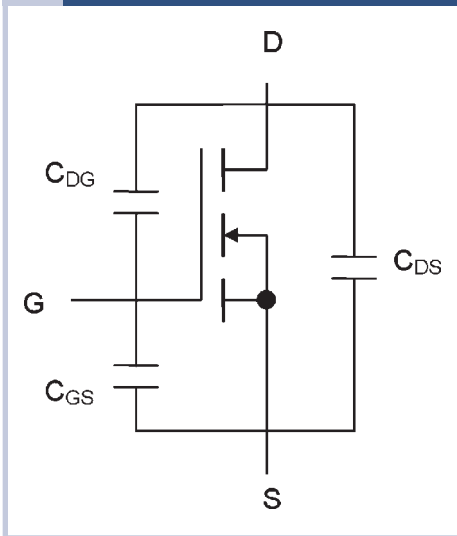


Bild 3. MOSFET mit parasitären Kapazitäten

Der Ausgangswiderstand R_{out} übernimmt dabei die eigentliche Schaltfunktion. Ohne Ansteuerung des PMR hat dieser Widerstand einen typischen Wert von mehreren Gigaohm. Sobald die Ansteuerung durch die LED am Eingang erfolgt, geht dieser Widerstand abrupt in einen niederohmigen Zustand über und sinkt je nach Typ auf wenige Milliohm.

Zur näheren Erläuterung der Ausgangskapazität zeigt Bild 3 das Ersatzschaltbild eines MOSFET mit parasitären Kapazitäten.

Die Ausgangskapazität C_{out} bestimmt die Kapazität zwischen Drain und Source bei kurzgeschlossenem Eingang und berechnet sich aus den parasitären Kapazitäten wie folgt:

$$C_{out} = \frac{1}{2} (C_{DS} + C_{DG} \times C_{GS} / C_{DG} + C_{GS}) \approx \frac{1}{2} (C_{DS} + C_{DG}) \quad (1)$$

Zur Realisierung von Low-CxR-PMR mit niedriger Ausgangskapazität C_{out} sind demnach die Drain-Source- und die Drain-Gate-Kapazitäten C_{DS} und C_{DG} möglichst klein zu halten. Erreicht wird dies durch ein optimiertes Design der MOSFET-Strukturen. Vergleicht man die typischen Kenndaten von Standard- und Low-CxR-PMR, so liegt die Ausgangskapazität der

letzteren bei wenigen Pikofarad, im Gegensatz zu Standard-PMR, die je nach Typ bis zu einigen Mikrofarad aufweisen. Die Ausgangskapazität beeinflusst maßgeblich das Frequenzverhalten des PMR.

Zur näheren Erklärung dieses Zusammenhangs sei auf die Übertragungsfunktion $A(j\omega)$ gemäß Ersatzschaltbild (Bild 2) unter Berücksichtigung des Lastwiderstands R_L verwiesen. Zur Berechnung verwendet man die Spannungsteilerformel in komplexer Schreibweise. Als Ergebnis erhält man die Übertragungsfunktion:

$$\frac{U_a}{U_e} = A(j\omega) = A_0 \times \frac{j\omega}{\omega_{gl} + 1} \times \frac{j\omega}{\omega_{g2} + 1} \quad (2)$$

Betrachtet man den Fall eines nicht angesteuerten PMR, wobei gilt $R_{out} \gg R_L$ und somit $\omega_{g2} \gg \omega_{gl}$, erkennt man, dass die Isolationsfähigkeit des Bauteils mit zunehmender Frequenz abnimmt. Das bedeutet, der Leckstrom nimmt zu. Somit verhält sich die Übertragungsfunktion ähnlich einem Hochpass 1. Ordnung: Hohe Frequenzen werden unverändert übertragen, und lediglich bei niedrigen Frequenzen erfolgt eine Abschwächung.

In den Datenblättern der Low-CxR-PMR werden diese Eigenschaften im Detail spezifiziert (siehe exemplarisch Isolationseigenschaften in Bild 4). Allgemein gilt: Je größer das Produkt aus Ausgangskapazität C_{out} und Ausgangswiderstand R_{out} des PMR, desto schlechter sind die Isolationseigenschaften hin zu höheren Frequenzen.

4 BEISPIEL

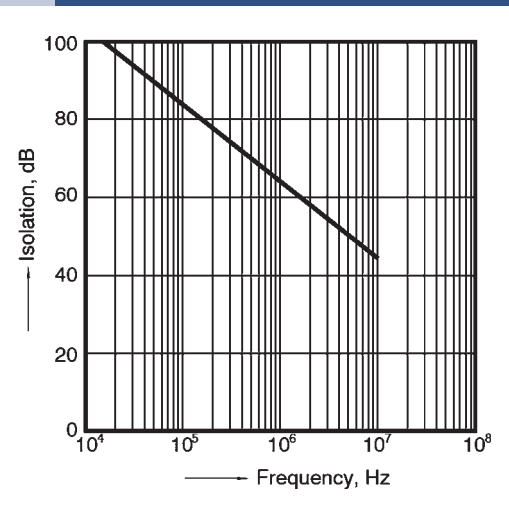


Bild 4. Isolation in Abhängigkeit der Frequenz für den Baustein AQY221N3M

Beim Design der MOSFETs sind Widerstand und Kapazität jedoch gegenläufig. Je geringer der Übergangswiderstand, desto höher ist der Kapazitätswert. Aus diesem Grund haben die Low-CxR-PMR ein optimiertes (weil geringes) Produkt aus C und R. (ml)

FAZIT

PhotoMOS-Relais mit geringem CxR-Wert ...

eignen sich für Kleinsignalanwendungen, bei denen hohe Frequenzen übertragen werden. Panasonic Electric Works hat sowohl widerstandsoptimierte R-Typen (mindestens 1 Ω) als auch kapazitätsoptimierte C-Typen (mindestens 1 pF) im Programm. Tabelle A zeigt exemplarisch die Eckdaten der beiden Low-CxR-PMR-Bausteine „AQY221N2V“ (C-Typ) und „AQY221R2V“ (R-Typ).

Die Low-CxR-PMR gibt es in den verschiedensten SMD-Bauformen vom bewährten SO- oder SSO- bis hin zum neuen ultrakompakten SON-Gehäuse mit integriertem Leadframe. Diese Halbleiterrelais messen gerade noch 2,2 x 2,95 x 1,95 mm³ und bewältigen Spannungen bis 40 V oder Ströme bis 250 mA. Dabei beträgt der CxR-Wert je nach Typ nur 5,5 pFΩ.

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. (FH) ROBERT SPIEGLER ist Applikationsingenieur PhotoMOS, SSR & Signal Relays bei Panasonic Electric Works Europe.

DIPL.-ING. UNIV. SEBASTIAN HOLZINGER ist Produktmanager PhotoMOS, SSR & Signal Relays bei Panasonic Electric Works Deutschland in Holzkirchen.

Type	Spannung	Strom	Kapazität	Widerstand
AQY221N2V	40 V	250 mA	12,5 pF	0,75 Ω
AQY221R2V	40 V	120 mA	1 pF	9,5 Ω

Tabelle A. Beispieldaten für Low-CxR-PMR-Bausteine