

Kapazitiv gekoppelte Halbleiterrelais

Kleinere Bausteine für die LowCxR-Familie. Hohe Signalfrequenzen in der Messtechnik haben bisher den Einsatz von Halbleiterrelais eingeschränkt. Dies ändert sich dank der Entwicklung von HF-MOSFETs bis 100 MHz. Mit der Bauform TSON stellt Panasonic nun Relais mit ultrakleinem Footprint vor. Deren kapazitive Kopplung birgt Vorteile für Messanwendungen, aber auch für die Medizinelektronik und Kommunikationstechnik.

Das TSON-Relais ist das neueste Mitglied der LowCxR-Produktfamilie, die Panasonic eigens für Signalanwendungen entwickelt hat. Auch in diesen Bausteinen kommen die

Ausgangstransistoren mit dem optimierten, niedrigen Produkt aus C und R – die Namensgeber der LowCxR-Serie –

Ein Hauptvorteil von MOSFET-Relais gegenüber herkömmlichen Optokopplern mit bipolaren Transistoren ist die fehlende

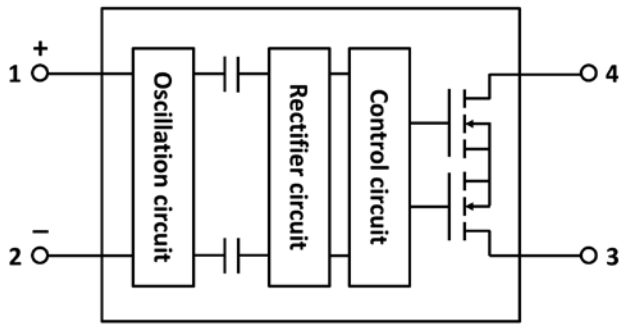
Ein geringes Produkt aus Kapazität und Widerstand ist wichtig für die Zuverlässigkeit bei Megahertz-Signalfrequenzen.

zum Einsatz. Allerdings erfolgte die galvanische Trennung zwischen Ein- und Ausgang der bisherigen PhotoMOS-Relais über eine optische Strecke; beim neuen TSON geschieht die Kopplung dagegen kapazitiv (**Wissenskasten und Bild 1**).

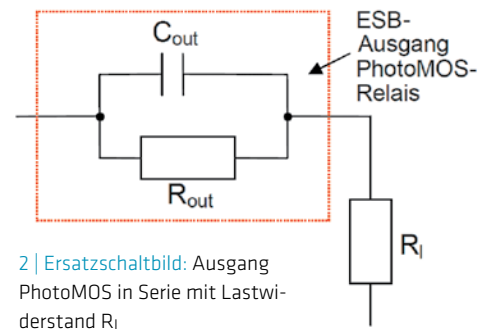
Schwellspannung. Somit können Kleinsignale von einigen Mikrorampere und Millivolt verzerrungsfrei geschaltet werden. Um aber die Zuverlässigkeit auch bei Megahertz-Signalfrequenzen zu gewährleisten, kommen MOSFET-Relais mit der Low-CxR-Eigenschaft zum Einsatz.

KONTAKT

Panasonic Electric Works
Europe AG,
Rudolf-Diesel-Ring 2,
83607 Holzkirchen,
Tel. 08024 648-0,
E-Mail info.peweu@eu.panasonic.com,
www.panasonic-electric-works.de



1 | **Wirkprinzip:** Eine an den Eingang gelegte Gleichspannung wird über einen internen Steuerkreis kapazitiv gekoppelt und auf den Ausgang übertragen



2 | **Ersatzschaltbild:** Ausgang PhotoMOS in Serie mit Lastwiderstand R_L

In derartigen Relais übernehmen zwei antiseriell verschaltete DMOSFETs (Double-Diffused MOSFETs) die Schaltfunktion. Jeder DMOSFET definiert sich über seinen charakteristischen Ausgangswiderstand und seine Ausgangskapazität (Bild 2).

Das Low-CxR-Prinzip

Der Lastwiderstand R_L soll hier zunächst nicht in die Betrachtung einbezogen werden. Der Ausgangswiderstand R_{out} spielt jedoch eine wesentliche Rolle, da er die Schaltfunktion realisiert. Ohne Ansteuerung des Transistors hat R_{out} einen typischen Wert im Gigaohmbereich. Wird das Gate angesteuert, so wird der R_{out} jedoch abrupt niederohmig, und der Widerstand sinkt je nach Typ auf einige Milliohm. Zur Erläuterung der Ausgangskapazität dient Bild 3.

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

$$C_{out} = \frac{1}{2} \left(C_{DS} + \frac{C_{DG} \cdot C_{GS}}{C_{DG}} + C_{GS} \right)$$

$$C_{out} \approx \frac{1}{2} (C_{DS} + C_{DG})$$

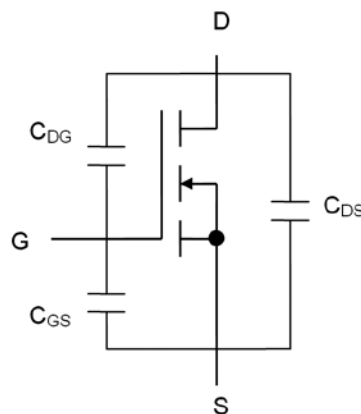
Daraus ergibt sich, dass die Drain-Source- und Drain-Gate-Kapazitäten (C_{DS} und C_{DG}) klein sein müssen, um eine möglichst niedrige Ausgangskapazität C_{out} des MOSFET einzustellen. Dies ist mithilfe optimierter MOSFET-Strukturen zu erreichen. Ein Vergleich zwischen Standard- und Low-CxR-MOSFETs lohnt sich: Standardtypen können Ausgangskapazitäten von einigen Mikrofarad aufweisen; ihre Low-CxR-Pendants hingegen haben nur Werte im Pikofaradbereich.

Die Ausgangskapazität beeinflusst das Verhalten des Transistors über den Frequenzbereich hinweg maßgeblich. Dieser

Zusammenhang lässt sich mithilfe der Übertragungsfunktion $A(j\omega)$ gemäß dem in Bild 2 gezeigten Ersatzschaltbild – unter Berücksichtigung des Lastwiderstands R_L – darstellen. Zur Berechnung verwendet man die Spannungsteilerformel in ihrer komplexen Schreibweise. Das Ergebnis ist die Übertragungsfunktion in der folgenden Form:

$$\frac{U_A}{U_E} = A(j\omega) = A_0 \left(\frac{j\omega}{\omega_{g1}} + 1 \right) \left(\frac{j\omega}{\omega_{g2}} + 1 \right)$$

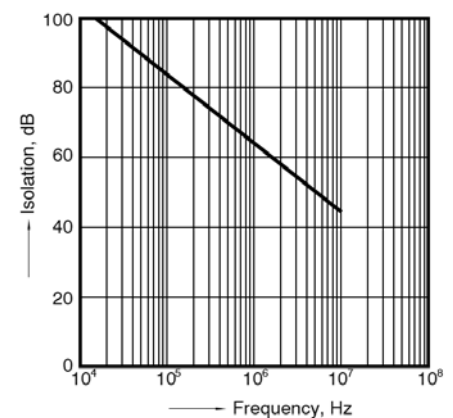
Betrachtet man den Fall eines nicht angesteuerten MOSFET, wobei gilt $R_{out} \gg R_L$ und somit $\omega_{g2} \gg \omega_{g1}$, so erkennt man,



3 | **MOSFET mit parasitären Kapazitäten:** Drain-Source- und Drain-Gate-Kapazität müssen klein sein, um eine möglichst geringe Ausgangskapazität zu ergeben

dass die Isolationsfähigkeit des Bauteils mit zunehmender Frequenz abnimmt. In anderen Worten: Der Leckstrom steigt. Somit verhält sich die Übertragungsfunktion ähnlich einem Hochpass erster Ordnung, womit hohe Frequenzen unverändert übertragen werden und lediglich bei tiefen Frequenzen eine Abschwächung erfolgt.

In den Datenblättern der Low-CxR-MOSFET-Relais werden diese Eigenschaften im Detail spezifiziert; mehr dazu im **Online-Service** sowie exemplarisch in Bild 4. Allgemein gilt: Je größer das Produkt aus Ausgangskapazität C_{out} und Ausgangswiderstand R_{out} des Transistors, desto schlechter werden die Iso-



4 | **Beispielkomponente:** Isolationsverhalten in Abhängigkeit von der Frequenz für das Bauteil AQY221N3V

WISSENSWERT

Besonderheiten der kapazitiven Kopplung. Eine an den Eingang gelegte Gleichspannung wird wie in Bild 1 über einen internen Steuerkreis kapazitiv gekoppelt und auf den Ausgang übertragen. Dies gewährleistet, wie bei herkömmlichen MOSFET-Relais, eine galvanische Trennung zwischen Ein- und Ausgangskreis.

Die in den kapazitiven Steuerkreis integrierte Triggerstufe ermöglicht ein definiertes Ansteuern der Gates zweier bidirektional antiseriell verschalteter DMOSFETs am Ausgang. Dank dieser Verschaltung ist es möglich, sowohl AC- als auch DC-Lasten mit demselben Bauteil zu schalten.

| Spannung | Strom | ON-Widerstand | Ausgangskapazität | Artikel-Nr. |
|----------|--------|---------------|-------------------|-------------|
| 30 V | 750 mA | 0,22 Ω | 40 pF | AQY2C1R6P |
| 40 V | 300 mA | 0,9 Ω | 14,5 pF | AQY2C1R2P |
| 60 V | | 1 Ω | 27 pF | AQY2C2R2P |

A | Aktuelle Produkte: TSON-Relais und ihre Eigenschaften im Überblick

lationseigenschaften mit zunehmenden Frequenzen.

Bei MOSFETs sind Widerstand und Kapazität gegenläufig: Je geringer der Übergangswiderstand, desto größer ist also die Kapazität und umgekehrt. Die Low-CxR-MOSFETs sind so optimiert, dass sie ein möglichst geringes Produkt aus C und R erreichen.

Neu: Ultrakompakt weil kapazitiv

Da jede Applikation andere Anforderungen mit sich bringt, bietet Panasonic Electric Works sowohl widerstandsoptimierte R- (mindestens 1 W) als auch kapazitätsoptimierte C-Typen (mindestens 1 pF) an. Unabhängig vom Typ garantiert der Hersteller ein sehr niedriges Produkt CxR. Die optisch gekoppelten LowCxR-Photo-MOS-Varianten gibt es bereits in verschiedenen SMD-Bauformen, vom bewährten SO- oder SSO-Gehäuse bis hin zu den kompakten SON- und VSSO-Bauteile mit integriertem Leadframe.

Im Vergleich zu den bisher kleinsten Bauformen SON & VSSOP benötigt die

ultrakompakte TSON-Bauform mit kapazitiver Kopplung weniger als 50 % des Platzes. Weitere Vorteile ergeben sich in Bezug auf Ansteuerleistung, Temperaturbereich und Schaltzeiten. Da am Eingang keine LED betrieben wird, ist kein Vorwiderstand mehr notwendig. Dies bedeutet, dass der TSON nun mit Spannungen von typisch 3 bis 5 V direkt angesteuert werden kann und lediglich ein Bedarf an Strömen von typisch 0,2 mA besteht.

Darüber hinaus liegen die Schaltzeiten bei wenigen Hundert Mikrosekunden,

und auch der Temperaturbereich wurde bis 105 °C Umgebungstemperatur ausgedehnt. Trotz der sehr geringen Abmessungen von 1,8 x 1,95 x 0,8 mm³ (LxBxH) beträgt die Isolationsspannung zwischen Ein- und Ausgang 200 V_{AC}.

Panasonic bietet die neuen TSON-Typen für Schaltspannungen von 30 bis 60 V an. **Tabelle A** gibt einen Überblick der zurzeit verfügbaren Versionen.

ml

Autor

Michael Renner, B. Eng., ist im Application Engineering der Signal & Sensing Section bei Panasonic Electric Works in Holzkirchen tätig.

Online-Service

Produktdetails TSON-Relais
(PDF-Download)

www.elektronik-informationen.de/28016

FAZIT

Das Produkt minimiert. Der Begriff LowCxR steht für ein möglichst geringes Produkt aus Ausgangswiderstand R und Ausgangskapazität C der MOSFETs am Ausgang des Relais. Panasonic hat nun das bisher kleinste Mitglied seiner LowCxR-Relaisfamilie vorgestellt. Dank der kapazitiven anstelle einer optischen Kopplung eignet es sich für Kleinsignalanwendungen mit hohen Frequenzen, etwa in der Mess-, der Medizin- und der Kommunikationstechnik. Zu den besonderen Eigenschaften des Produkts gehören die geringe Ansteuerleistung, kurze Schaltzeiten und ein erweiterter Temperaturbereich. Der neue Formfaktor des TSON-Relais erlaubt eine deutlich höhere Packungsdichte auf der Leiterplatte als bisher.