Optokoppler

Optokoppler eigenen sich dafür, Signale galvanisch zu trennen. Das heißt, man kann das Potential der Signalquelle völlig unabhängig vom Potential des Empfängers halten. Das hilft bei der Vermeidung von Brummschleifen. Außerdem kann man mit Optokopplern ein kleines Signal, das auf einer hohen Spannung aufmoduliert ist, in “angenehme” Spannungsbereiche überführen.

Optokoppler bestehen intern aus einer Leuchtdiode und einem lichtempfindlichen Element. Dabei gibt es von der Photodiode über lichtempfindliche Widerstände (LDR) bis zu Photo-MOSFETs so ziemlich alle Variationen, die man sich vorstellen kann. Diese Übersicht von Renseas gibt einen Eindruck.

mit zwei Photodioden

Der Nachteil von Photodioden ist ein geringes Gleichstromübertragungsverhältnis (CTR). Der Ausgangsstrom liegt bei einigen Promille des Eingangsstroms. Dafür können sie mit den üblichen Schaltungen für Photodioden recht analoge hohe Bandbreiten übertragen. Für analoge Signale gibt es das Problem, dass die LED eine nicht-lineare Kennlinie hat. Um dies auszugleichen, gibt es Optokoppler mit zwei Empfängerdioden, die beide das Licht derselben Leuchtdiode “sehen”. Das Signal der zweiten Photodiode kann genutzt werden, um den zur Leuchtdiode geschickten Strom zu modifizieren.

IL300:
: Klassiker, Bandbreite 200 kHz.

HCNR200:
: Bandbreite 1 MHz. Das Datenblatt enthält einige interessante Beispielschaltungen.

mit zehn Photodioden

Die meisten Schaltungen mit Optokopplern haben auf der Ausgangsseite Zugang zu einer vom Eingang getrennten Versorgungsspannung. Wenn das nicht der Fall ist, ist es nahe liegend, die Photodiode gleich als Solarzelle zu betreiben und damit die nötige elektrische Energie zu übertragen. Eine einzelne Photodiode hat allerdings recht wenig Photospannung. Deswegen gibt es Optokoppler, in denen eine kräftige Leuchtdiode gleich zehn hintereinander geschaltete Photodioden treibt.

Die englische Bezeichnung für diese Bauteile “Photovoltaic MOSFET driver” weist auf die Hauptanwendung hin. Solche Optokoppler erzeugen genug Spannung am Ausgang, um typische MOSFETs vollständig durchzuschalten. Wenn man damit die Gates von zwei gegeneinander geschaltete MOSFETs treibt, hat man eine vierpolige Schaltung, die sich in weiten Grenzen wie ein Relais verhält. Dabei ist die Schaltung zwar nicht ganz so fix, wie man es von MOSFETs erwarten würde. Mit Schaltzeiten im Bereich von 0.1 ms ist sie aber immer noch deutlich schneller als ein Relais.

IPV1050:
: zwei Kanäle, maximal 8 V, 10 µA

VOM1271T:

ein Kanal, maximal 8.9 V, 50 µA, mit Schnellabschaltung. Beschaffung über Mouser für etwa 1.80 €.

APV1121 / APV2111:
ein Kanal, maximal 8.7 V, 14 µA, mit Schnellabschaltung. Wobei die Variante APV2111 bei etwas weniger Photostrom eine besonders kleine Bauform bietet. Beschaffung über Mouser für 1.10 € bis 1.50 € in kleinen Stückzahlen.

mit Phototransistor

In vielen Optokopplern wird ein NPN-Phototransistor durch eine LED angesteuert.

PC123:
Klassiker (etwa 0.20 €/Stck.)

PS2501-1:
auch ein Klassiker (etwa 0.30 €/Stck.)

MTC2:
mit Zugang zur Basis des Foto-Transistors (etwa 0.50 €/Stck.)

mit Photodarlington

Um mit dem Ausgang des Optokopplers eine stärkere Last treiben zu können, sind bei manchen Modellen zwei Transistoren als Darlington-Stufe geschaltet. Dabei steuert ein Phototransistor die Basis eines zweiten Transistors an. Auf diese Weise wird ein Gleichstromübertragungsverhältnis zwischen 1 und 10 erreicht. Damit kann dann schon ein kleiner Motor betrieben werden. Hauptnachteil ist eine geringe Bandbreite, von etwa 30 kHz.

TIL113 (etwa 0,50 €/Stck.)
4N33 oder 4N32 (etwa 0.40 €/Stck.)

mit invertierendem digitalem Ausgang

Für eine Übertragung von digitalen Signalen gibt es Optokoppler, deren Ausgang nur die beiden Zustände “high” und “low” annehmen.

PC900, VOH1016:
Klassiker, Bandbreite 1 MBit/s

H11L1:
Bandbreite 1 MBit/s

HCPL2601 / 6N137:
Mit Open-Collector-Ausgang. Bandbreite 10 MBit/s

zur nicht-invertierenden Übertragung digitaler Signale

Bei den meisten Optokopplern ist die LED direkt mit den Eingängen des Bauteils verbunden. Die Signalquelle muss dafür ausreichend Strom liefern können – etwa 20 mA. Gerade für hohe Übertragungsraten ist das nicht automatisch der Fall. Eine Lösung besteht darin, vor dem Optokoppler einen Treiber-Baustein zu setzen. Es gibt aber auch eine Reihe von Optokopplern, bei denen der Eingangs-Treiber bereits integriert ist. Praktischerweise sind diese Optokoppler untereinander pin-kompatibel:

ACPL-071:
15 MBaud, sowohl 3.3V-Logik als auch 5V-Logik, Isolation 630 V, Bauform SO8, etwa 1.70 € bei Bürklin, oder TME

ACPL-072L, ACPL-772L:
25 MBaud, sowohl 3.3V-Logik als auch 5V-Logik, vom Signal getrennte Versorgung für die LED, Isolation 630 V, Bauform SO8 und DIP8

FOD0721
25 MBaud, 5V-Logik, 5V-Logik, Isolation 3.75 kV Bauform SO8

FOD8001:
25 MBaud, sowohl 3.3V-Logik als auch 5V-Logik, Isolation 3.75 kV, Bauform SO8

Eine Nebenwirkung des internen Treibers ist, dass diese Koppler das digitale Signal nicht invertieren. Ein “high” am Eingang wird zu einem “high” am Ausgang. Da die Versorgung von Eingang und Ausgang galvanisch getrennt sind, können diese Optokoppler auch für die Umsetzung von 3V-Logik auf 5V-Logik und umgekehrt eingesetzt werden.

zum Schalten großer MOSFETs

Um MOSFETs und IGBTs voll durchzuschalten werden Spannungen zwischen Gate und Source benötigt, die 10 V oder höher sind. Außerdem hat das Gate von Leistungstransistoren meist eine Kapazität in Höhe einiger nF. Um diese Bauteile schnell anzusteuern, wird daher kurzzeitig ein vergleichsweise großer Strom benötigt.

HCPL3180:
maximaler, kurzfristiger Ausgangsstrom: 2.5 A, maximale Schaltfrequenz: 250 kHz

FOD3182:
maximaler, kurzfristiger Ausgangsstrom: 3 A, maximale Schaltfrequenz: 250 kHz

mit PhotoFET

Ein PhotoFETs verhalten sich bei Lichteinfall wie ein normaler FET, bei dem Spannung an das Gate angelegt wird. Der Strom durch den FET steigt über einen recht großen Parameter-Bereich proportional zur angelegten Spannung. Das heißt, er verhält sich wie ein Widerstand, dessen Wert durch das Licht der LED bestimmt wird. Das geschieht deutlich schneller als bei einem klassischen Photowiderstand (LDR). Das macht Optokoppler mit PhotoFETs interessant für Anwendungen, die spannungsgesteuerte floatende Widerstände benötigen. Die Auswahl an solchen Bauteilen ist

allerdings sehr beschränkt. Genau genommen gibt es nur (noch) eine bei den üblichen Elektronik-Distributoren erhältliche Modellreihe:

H11F:
Widerstandsbereich 100 Ω bis 300 MΩ, Schaltzeit 25 µs, Isolationsspannung 7.5 kV

mit Photo-Triac

Triacs können auch mit Photoeffekt statt mit einem injezierten elektrischen Strom angesteuert werden. Nach dem Erreichen einer Schwelle werden Triacs schlagartig niederohmig. Sie verbleiben dann in diesem Zustand, bis sie völlig stromlos sind. Die Standard-Anwendung für Optokoppler mit Photo-Triacs sind Phasenanschnittsteuerungen. Sie eignen sich auch für das Schalten von recht hohen Gleichspannungen mit einem potentialfreien Signal.

MOC3081M:
Schaltstrom kurzfristig 1 A, dauerhaft 50 mA, Schaltspannung 800 V, Schaltgeschwindigkeit 1500 V/µs

PC3SF11:
Schaltstrom kurzfristig 1.2 A, dauerhaft 100 mA, Schaltspannung 600 V, Schaltgeschwindigkeit 2000 V/µs

für hohe Hochspannung

Optokoppler können auch dafür herhalten, Signale über große Potentialdifferenzen zu übertragen. Dafür gibt es spezielle Bauformen, bei denen die Anschlüsse einen besonders großen Abstand haben.

CNY21:
maximal 8.2 kV. Mit Phototransistor. Klassiker, der leider nicht mehr hergestellt wird. (Noch zwei Stück in der Schublade)

CNY66:
maximal 8 kV. Ähnlich zu CNY21. Erhältlich für etwa 2 € bei Bürklin. Best-Nr. 65 S 5658

OPI110:
maximal 10 kV. Mit Phototransistor. Erhältlich bei Farnell und RS für etwa 3.50 €

OPI150:
maximal 50 kV. Mit Phototransistor. Das ist das obere Ende der Fahnenstange. Um diese Spannung zu halten, ist der Koppler 80 mm lang. Erhältlich bei Mouser für etwa 25.00 €

Ohne Opto

Eine galvanische Trennung von Signalen lässt sich auch mit zwei magnetisch gekoppelten Spulen erreichen. Diese elektromagnetische Übertrager funktionieren ähnlich wie ein Transformator, jedoch sind sie nicht für hohe Leistungen ausgelegt. * OEP A262A6E: Für Frequenzen von 30 Hz bis 30 kHz, gedacht für Audio-Signale * Amphenol LMJ1598824110DT39: Eine RJ45 Ethernet-Buchse mit integriertem Übertrager zur galvanischen Trennung. Arbeitsfrequenz 10 MHz bis 1 GHz * ADUM1200:

Ein magnetischer Übertrager, der intern schaltet, um auch bei DC noch arbeiten zu können. 0 Hz bis 50 Mbps (Megabit pro Sekunde)

From:
https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/ - **ElektronIQ**

Permanent link:
https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/doku.php?id=bauteil:optokoppler&rev=1634220470

Last update: **2021/10/14 14:07**