

Bestell-Nr.: 562069
Stand: 01/2008
Autoren: F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz
Redaktion: A. Hüttner, R. Pittschellis
Layout: 02/2008, F. Ebel

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, D-73770 Denkendorf, 2008
Internet: www.festo-didactic.com
e-mail: did@festo.com

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht, Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmusteranmeldungen durchzuführen.

Teile dieser Unterlagen dürfen vom berechtigten Verwender ausschließlich für Unterrichtszwecke vervielfältigt werden.

Hinweis

Soweit in dieser Broschüre nur von Lehrer, Schüler etc. die Rede ist, sind selbstverständlich auch Lehrerinnen, Schülerinnen etc. gemeint. Die Verwendung nur einer Geschlechtsform soll keine geschlechtsspezifische Benachteiligung sein, sondern dient nur der besseren Lesbarkeit und dem besseren Verständnis der Formulierungen.

4 Sensoren

Sensoren haben die Aufgabe, Informationen zu erfassen und in auswertbarer Form an die Signalverarbeitung weiterzuleiten. In der Technik findet man sie für mannigfaltige Aufgaben, mit unterschiedlichen Bauformen und Wirkprinzipien. Daher ist es wichtig sie zu systematisieren. Sensoren können unter anderem eingeteilt werden nach:

- dem Wirkprinzip (optisch, induktiv, mechanisch, fluidisch,...)
- der Messgröße (Weg, Druck, Abstand, Temperatur, ph-Wert, Lichtstärke, Anwesenheit von Objekten,...)
- dem Ausgangssignal (analog, digital, binär, ...)

In der Automatisierungstechnik werden vorrangig Sensoren mit digitalem Ausgang verwendet, da sie viel störunempfindlicher sind als solche mit Analogausgang. Zudem können die in Digitaltechnik ausgeführten Steuerungen mit diesen Signalen direkt umgehen, ohne sie wie bei den Analogsignalen durch sogenannte Analog-Digitalwandler zunächst in digitale Signale umwandeln zu müssen.

Die in der industriellen Automatisierung am häufigsten verwendeten Sensoren sind die sogenannten Näherungsschalter, die die Anwesenheit (oder Annäherung) eines Werkstückes feststellen.

4.1 Näherungsschalter

Näherungsschalter schalten berührungsfrei und somit ohne äußere mechanische Betätigungskraft. Dadurch besitzen sie eine hohe Lebensdauer und eine große Zuverlässigkeit. Man unterscheidet:

- Sensoren mit mechanischem Schaltkontakt
 - Reedschalter
- Sensoren mit elektronischem Schaltausgang
 - induktive Näherungsschalter
 - kapazitive Näherungsschalter
 - optische Näherungsschalter

4.1.1 Magnetische Sensoren

Reedschalter sind magnetisch betätigte Näherungsschalter. Sie bestehen aus zwei Kontaktzungen, die sich in einem schutzgasgefüllten Glasröhrchen befinden. Durch Einwirkung eines Magneten wird der Kontakt zwischen den beiden Zungen geschlossen, so dass ein elektrischer Strom fließen kann (vgl. Abbildung 4.1). Bei Reedschaltern, die als Öffner arbeiten, werden die Kontaktzungen mit kleinen Magneten vorgespannt. Diese Vorspannung wird durch den dann wesentlich stärkeren Schaltmagneten überwunden.

Reedschalter weisen eine hohe Lebensdauer und eine geringe Schaltzeit (ca. 0,2 ms) auf. Sie sind wartungsfrei, dürfen aber nicht an Orten mit starken Magnetfeldern (z. B. in der Umgebung von Widerstandsschweißmaschinen oder Computertomographen) verwendet werden.

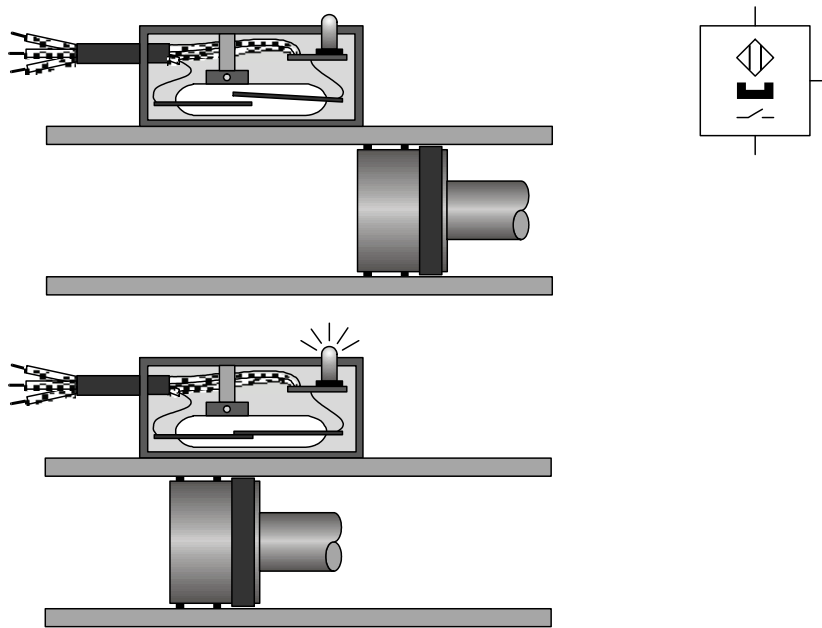


Abbildung 4.1: Reedschalter (Schließer)- Prinzipskizze und Schaltsymbol



Abbildung 4.2: Reedschalter- Realbild

4.1.2 Elektronische Sensoren

Induktive, optische und kapazitive Näherungsschalter zählen zu den elektronischen Sensoren. Sie weisen im Regelfall drei elektrische Anschlüsse auf:

- den Anschluss für die Versorgungsspannung
- den Anschluss für die Masse
- den Anschluss für das Ausgangssignal.

Bei elektronischen Sensoren wird kein beweglicher Kontakt umgeschaltet. Stattdessen wird der Ausgang elektrisch entweder mit der Versorgungsspannung verbunden oder auf Masse gelegt (= Ausgangsspannung 0 V).

Bezüglich der Polarität des Ausgangssignals gibt es zwei verschiedene Bauarten elektronischer Näherungsschalter:

- Bei positiv schaltenden elektronischen Sensoren hat der Ausgang die Spannung Null (AUS), wenn sich kein Teil im Ansprechbereich des Sensors befindet. Die Annäherung eines Werkstücks führt zum Umschalten des Ausgangs (EIN), so dass Versorgungsspannung anliegt.
- Bei negativ schaltenden Sensoren liegt am Ausgang Versorgungsspannung an, wenn sich kein Teil im Ansprechbereich des Sensors befindet. Annäherung führt zum Umschalten des Ausgangs auf die Spannung 0 V.

4.1.3 Induktive Näherungsschalter

Ein induktiver Näherungsschalter besteht aus einem elektrischen Schwingkreis (1), einer Kippstufe (2) und einem Verstärker (3) (vgl. Abbildung 4.3). Beim Anlegen einer Spannung an die Anschlüsse erzeugt der Schwingkreis ein (hochfrequentes) magnetisches Wechselfeld, das aus der Stirnseite des Sensors austritt.

Ein elektrischer Leiter, der in dieses Wechselfeld gebracht wird, führt zu einer „Dämpfung“ des Schwingkreises. Die nachgeschaltete Elektronik, bestehend aus Kippstufe und Verstärker, wertet das Verhalten des Schwingkreises aus und betätigt den Ausgang.

Mit induktiven Näherungsschaltern lassen sich alle elektrisch gut leitenden Materialien erkennen, neben Metallen beispielsweise auch Graphit.

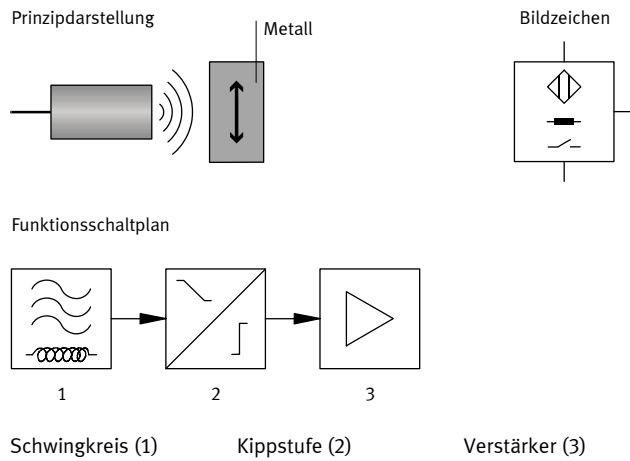


Abbildung 4.3: Induktiver Näherungsschalter- Prinzip, Funktion, Symbol



Abbildung 4.4: Induktiver Sensor-Abbildung

4.1.4 Kapazitive Näherungsschalter

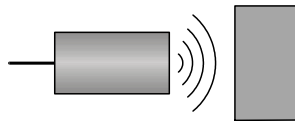
Ein kapazitiver Näherungsschalter besteht aus einem elektrischen Widerstand (R) und einem Kondensator (C), die zusammen einen RC-Schwingkreis bilden, sowie einer elektronischen Schaltung zur Auswertung der Schwingung.

Zwischen der aktiven Elektrode und der Masse-Elektrode des Kondensators wird ein elektrostatisches Feld aufgebaut. Auf der Stirnseite des Sensors bildet sich ein Streufeld. Wird ein Gegenstand in dieses Streufeld gebracht, so ändert sich die Kapazität des Kondensators (vgl. Abbildung 4.5).

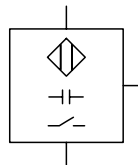
Der Schwingkreis wird gedämpft und die nachgeschaltete Elektronik betätigt den Ausgang.

Kapazitive Näherungsschalter reagieren nicht nur auf Materialien mit hoher elektrischer Leitfähigkeit (z. B. Metalle), sondern darüber hinaus auf alle Isolatoren mit großer Dielektrizitätskonstante, z. B. Kunststoffe, Glas, Keramik, Flüssigkeiten und Holz.

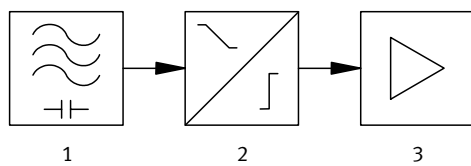
Prinzipdarstellung



Bildzeichen



Funktionsschaltplan



Schwingkreis (1)

Kippstufe (2)

Verstärker (3)

Abbildung 4.5: Kapazitiver Näherungsschalter- Prinzip, Funktion, Symbol

4.1.5 Optische Näherungsschalter

Optische Näherungsschalter verfügen immer über einen Sender und einen Empfänger. Sie setzen optische- rotes oder infrarotes Licht- und elektronische Bauteile und Baugruppen zur Erkennung eines Gegenstandes, der sich zwischen Sender und Empfänger befindet, ein.

Besonders zuverlässige Sender von rotem und infrarotem Licht sind Halbleiter-Leuchtdioden (LED). Sie sind klein, robust, preiswert, zuverlässig langlebig und einfach in technische Systeme einbaubar. Rotes Licht hat den Vorteil, dass es bei der Ausrichtung (Justierung) der optischen Achsen der Näherungsschalter ohne Hilfsmittel gesehen werden kann.

Als Empfangselemente werden bei optischen Näherungsschaltern Fotodioden oder Fototransistoren eingesetzt.

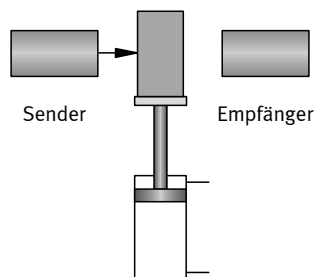
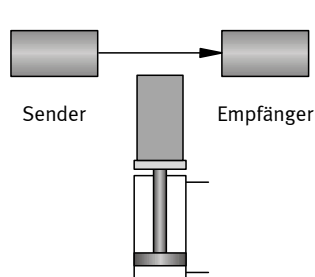
Man unterscheidet drei Arten von optischen Näherungsschaltern:

- Einweg-Lichtschranke
- Reflexions-Lichtschranke
- Reflexions-Lichttaster.

Einweg-Lichtschranke

Die Einweg-Lichtschranke weist räumlich voneinander getrennte Sender- und Empfängereinheiten auf. Die Bauteile sind so montiert, dass das Licht des Senders direkt auf den Empfänger (z. B. Fototransistor) strahlt (vgl. Abbildung 4.6). Gelangt ein Gegenstand, ein Werkstück oder auch ein Mensch zwischen Sender und Empfänger, wird der Lichtstrahl unterbrochen und ein Signal ausgelöst, das am Ausgang einen Schaltvorgang bewirkt (EIN/AUS).

Prinzipdarstellung



Bildzeichen

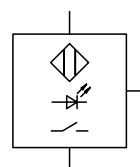


Abbildung 4.6: Einweg-Lichtschranke- Prinzipskizze und Schaltzeichen

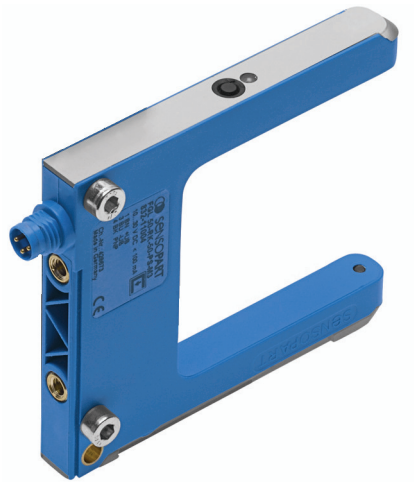


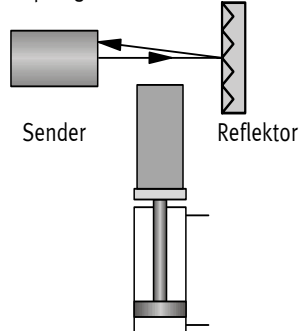
Abbildung 4.7: Gabel-Lichtschranke

Reflexions-Lichtschranke

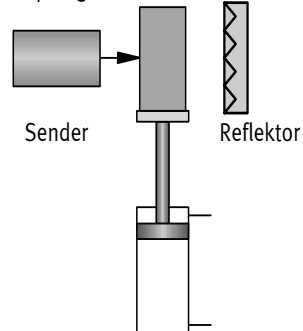
Bei der Reflexions-Lichtschranke sind Sender und Empfänger in einem Gehäuse nebeneinander angeordnet. Der Reflektor strahlt das Licht des Senders auf den Empfänger zurück. Er wird so montiert, dass der vom Sender ausgesandte Lichtstrahl praktisch vollständig auf den Empfänger auftrifft. Gelangt ein Gegenstand, ein Werkstück oder auch ein Mensch zwischen Sender und Reflektor, wird der Lichtstrahl unterbrochen und ein Signal ausgelöst, das am Ausgang einen Schaltvorgang bewirkt (EIN/AUS).

Prinzipdarstellung

Empfänger



Empfänger



Bildzeichen

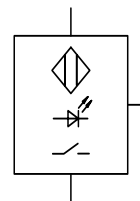


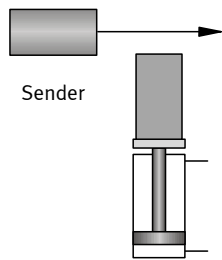
Abbildung 4.8: Reflexions-Lichtschranke – Prinzipskizze und Schaltzeichen

Reflexions-Lichttaster

Sender und Empfänger des Reflexions-Lichttasters sind in einem Bauteil nebeneinander angeordnet. Im Unterschied zur Reflexions- Lichtschranke besitzt ein Reflexions- Taster keinen eigenen Reflektor. Er nutzt das Reflexionsvermögen des Gegenstandes bzw. Werkstücks aus, das in seinen Sendebereich gelangt. Trifft das Licht auf einen reflektierenden Körper, so wird es zum Empfänger umgelenkt und der Ausgang des Sensors wird geschaltet. Aufgrund dieses Funktionsprinzips kann ein Lichttaster nur dann eingesetzt werden, wenn das zu erkennende Werkstück bzw. Maschinenteil ein hohes Reflexionsvermögen (z. B. metallische Oberflächen, helle Farben) aufweist.

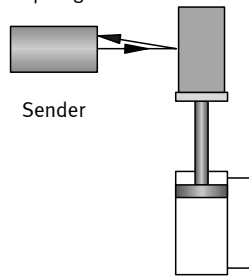
Prinzipdarstellung

Empfänger



Sender

Empfänger



Sender

Bildzeichen

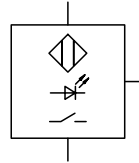


Abbildung 4.9: Reflexions-Lichttaster- Prinzipskizze und Schaltzeichen

4.2 Drucksensoren

Druckempfindliche Sensoren gibt es in unterschiedlichen Bauformen:

- mechanischer Druckschalter mit binärem Ausgangssignal
- elektronischer Druckschalter mit binärem Ausgangssignal
- elektronische Drucksensoren mit analogem Ausgangssignal

4.2.1 Mechanische Druckschalter mit binärem Ausgangssignal

Beim mechanisch arbeitenden Druckschalter wirkt der Druck auf eine Kolbenfläche. Übersteigt die vom Druck ausgeübte Kraft die Federkraft, so bewegt sich der Kolben und betätigt die Kontakte der Schaltelemente.

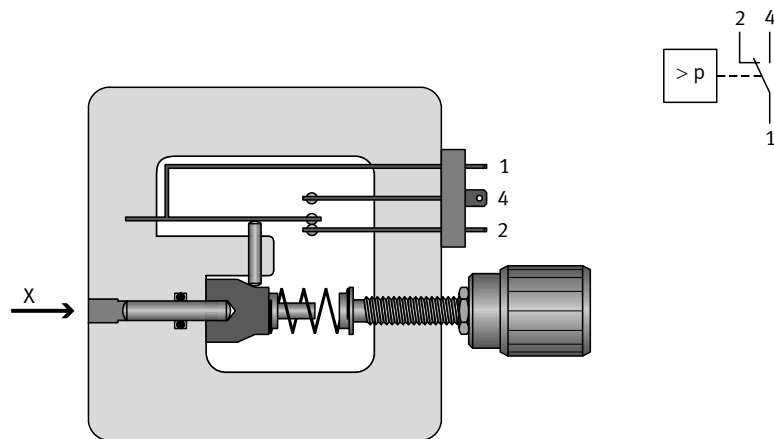


Abbildung 4.10: Kolbendruckschalter – Prinzipskizze und Schaltzeichen

4.2.2 Elektronische Druckschalter mit binärem Ausgangssignal

Typische Vertreter sind Membrandruckschalter, die, statt einen Kontakt mechanisch zu betätigen, den Ausgang elektronisch schalten. Dazu werden druck- oder kraftempfindliche Sensoren auf eine Membran aufgebracht. Das Sensorsignal wird von einer elektronischen Schaltung ausgewertet. Sobald der Druck einen bestimmten vorher definierten Wert überschreitet, schaltet der Ausgang.



Abbildung 4.11: Elektronischer Druckschalter und Schaltzeichen