

Näherungsschalter

Dieser berührungslos arbeitende, absolut wasserdicht vergossene, elektronische Schalter für den Außenbereich kann mit jedem Metallgegenstand, wie z.B. Ehering, Armbanduhr oder mit einer Münze, ausgelöst werden. Aber auch für unterschiedliche Steuerungsaufgaben im Industriebereich unter rauhesten Umweltbedingungen ist dieser Sensor bestens geeignet.

Allgemeines

Bei dem hier vorgestellten Näherungsschalter handelt es sich genau genommen um einen Sensor, der aufgrund seiner Konzeption für die unterschiedlichsten Aufgaben als Taster oder Schalter einsetzbar ist.

Der Sensor, dessen Schaltvorgang völlig berührungslos durch metallische Gegenstände ausgelöst wird, verfügt ausgangsseitig über zwei antivalente Open-Kollektor-Ausgänge, mit maximal 50 mA Ausgangsstrom, die entweder direkt oder zur Steuerung eines externen Relais genutzt werden können.

Die Einsatzmöglichkeiten des Sensors reichen von einfachen Beleuchtungssteuerungen im Außenbereich (mit externem Relais) bis hin zu unterschiedlichen Einsatzgebieten im Industriebereich, wie z.B. Maschinensteuerung, Positionssteuerung und Kontrolle, Endabschaltung oder Zähl-einrichtungen.

Da innerhalb des wasserdicht vergossenen Sensorgehäuses keine beweglichen Komponenten untergebracht sind, hat der Sensor keinen mechanischen Verschleiß und ist völlig unempfindlich gegenüber Erschütterungen. Weitere Vorzüge sind die Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzung und das prellfreie Schalten.

Der Versorgungsspannungsbereich des Sensors reicht von 5 V bis 18 V, wobei die Leerlaufstromaufnahme nur wenige Milliampere beträgt.

Grundlagen

Bevor wir uns mit der aus nur 17 Bauteilen bestehenden Schaltung befassen, wollen wir zuerst das in Abbildung 1 dargestellte recht einfache Funktionsprinzip des Näherungsschalters erläutern.

Im integrierten Schaltkreis des Typs TCA 355 von Siemens befindet sich ein Oszillator, der extern mit einem Parallel-Schwingkreis hoher Güte beschaltet wird. Der Schwingkreis bestimmt die Oszillatorfrequenz und besteht aus einer Fühler-spule, die, um ein gerichtetes Streufeld zu erzeugen, auf einen Halbschalen-Ferrit-Kern gewickelt wurde sowie einem parallelgeschalteten Kondensator. Durch die hohe Güte des Schwingkreises reichen schon kleinste Generatorströme aus, um den Schwingkreis anzuregen.

Bewegt sich nun ein Metallgegenstand in das gerichtete Streufeld der Spule (offene Seite des Halbschalen-Ferritkerns), so werden im Metall Wirbelströme induziert, die den mit geringer Energie betriebenen Schwingkreis belasten, d.h. Energie entziehen. Durch die mit dem Metallgegenstand hervorgerufene Dämpfung wird bei konstanter Anregung des Schwingkreises die Amplitude der Schwingkreisspannung verringert.

Die Schwingkreisspannung wird im IC gleichgerichtet und ein nachgeschalteter, ebenfalls im Bauein integrierter, hysteres-behafteter Schwellwertschalter wertet die Spannung aus und löst über die Treiberstufen den Schaltvorgang aus.

Die größte Empfindlichkeit des Näherungsschalters wird dann erreicht, wenn die gleichgerichtete Schwingkreisspannung im ungedämpften Betriebszustand die Schaltschwelle des Schwellwertschalters gerade überschreitet.

Wie bereits eingangs erwähnt, besitzt der Bauein ausgangsseitig zwei antivalente Open-Kollektor-Stufen.

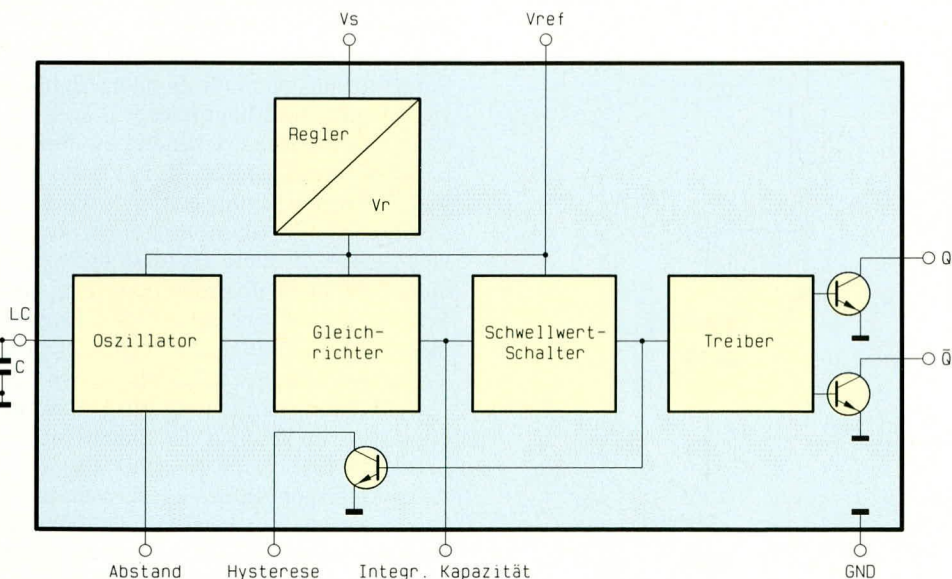


Bild 1: Das Blockschaltbild zeigt das Funktionsprinzip des Näherungsschalters

Schaltung

Der integrierte Schaltkreis TCA355 der Firma Siemens stellt das zentrale Bauelement der in Abbildung 2 gezeigten Schaltung dar. Zusätzlich sind nur wenige weitere Bauelemente zur Realisierung der Funktion erforderlich. Bereits im Niederschlags-Meßwertaufnehmer der ELV-Komfort-Wetterstation WS 9000 wurde ein entsprechender Näherungsschalter eingesetzt, der sich auch im rauen Alltag bestens bewährt hat.

Der Oszillator des TCA 355 ist an Pin 7 zugänglich und wird mit dem Parallel-Schwingkreis, bestehend aus der Fühlerspule L 1 und dem Kondensator C 1, beschaltet.

Ein weiterer, an Pin 3 des IC 1 angeschlossener Kondensator (C 3) bildet den Integrations-Kondensator des in diesem Baustein integrierten Spitzenwertgleichrichters.

Während der an Pin 8 des TCA 355 anliegende Widerstand R 2 die Schalthysterese festlegt, kann mit R 1 die Empfindlichkeit des internen Schwellwertschalters eingestellt werden. Je größer der Wert des Widerstandes R 1 ist, desto kleiner ist die Energiezufuhr vom Oszillator in den Schwingkreis (L 1, C 1) und entsprechend größer die Empfindlichkeit, d.h. die Schwingkreisfrequenz nimmt ab.

Die Betriebsspannung zwischen 5 V und 18 V wird an ST 1 angelegt und dem Baustein an Pin 6 zugeführt, wobei C 3 und C 4 zur Pufferung und Störunterdrückung dienen.

Ausgangsseitig besitzt IC 1 an Pin 4 und Pin 5 mit 50 mA belastbare Open-Kollektor-Stufen, die über die Pull-up-Widerstände R 3 und R 4 mit Spannung versorgt werden. Solange sich ein Metallteil im Erfassungsbereich der Fühlerspule befin-

det, wechselt der Q-Ausgang von „low“ nach „high“ (Open-Kollektor-Transistor sperrt) und der Q-Ausgang von „high“ nach „low“ (Transistor durchgesteuert).

Um eine Schalterfunktion zu erreichen, wurde ein D-Flip-Flop des Typs CD 4013 nachgeschaltet, dessen Ausgänge mit jeder Aktivierung des Näherungsschalters, d.h. mit der positiven Flanke (Low-High-Übergang) am Takteingang, die Logik-Pegel und somit die Schaltzustände ändern.

Der Widerstand R 5 und der Kondensator C 5 sorgen beim Anlegen der Betriebsspannung für einen definierten Einschaltreset.

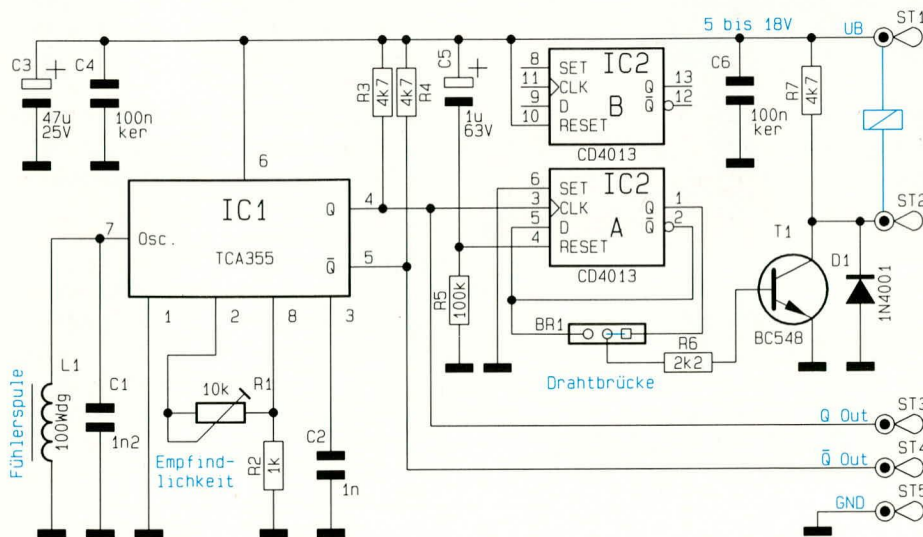
Über eine Drahtbrücke und den Widerstand R 6 wird der zur Ansteuerung eines externen Relais dienende Treiber-Transistor T 1 entweder mit dem Q- oder dem Q-Ausgang des Flip-Flops angesteuert. Beim Einsatz eines externen Relais dient die Freilaufdiode D 1 zum Abbau der hohen, negativ gerichteten Gegeninduktionsspitzen und der Widerstand R 7 kann dann ersatzlos entfallen. Der maximale Kollektor-Strom des Transistors beträgt 200 mA.

Soll hingegen der Q- oder der Q-Ausgang des TCA 355 mit einem Relais beschaltet werden, so wird der entsprechende Kollektor-Widerstand durch die Freilaufdiode D 1 ersetzt, deren Kathode an die Betriebsspannung und deren Anode am IC-Ausgang angeschlossen wird.

Nachbau

Der Nachbau dieser kleinen, universell einsetzbaren Schaltung ist denkbar einfach und aufgrund der geringen Anzahl an Bauelementen schnell erledigt.

Bild 2 zeigt die Schaltung des absolut berührungslos arbeitenden Näherungsschalters



Anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste wird zuerst die Drahtbrücke (BR 1) gefolgt von den Widerständen eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die Widerstände R 3, R 4 und R 7 brauchen nur je nach Bedarf bestückt zu werden, können aber auch grundsätzlich immer in der Schaltung verbleiben.

Danach folgt unter Beachtung der korrekten Polarität der Einbau der Freilaufdiode D 1. Überstehende Drahtenden werden nach dem Verlöten so kurz wie möglich abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Es folgen die beiden Folienkondensatoren (C 1, C 2) und die Keramikkondensatoren C 4, C 6. Der Elko C 3 ist liegend und der Elko C 5 stehend unter Beachtung der richtigen Polarität einzulöten.

Danach wird der Trimmer R 1 bestückt und fünf Lötstifte mit Öse stramm in die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte gepreßt und sorgfältig verlötet.

Nachdem alle passiven Bauelemente, mit Ausnahme der Fühlerspule, bestückt sind, folgen die beiden integrierten Schaltkreise, deren Gehäusekerbe mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen muß.

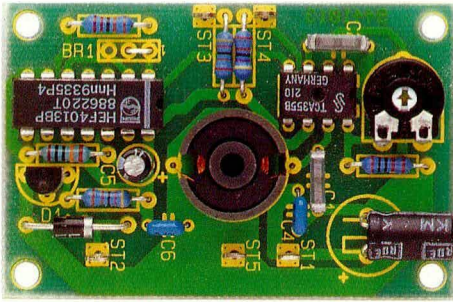
Kommen wir nun zum Anfertigen der in einem Halbschalen-Ferritkern untergebrachten Fühlerspule. Zuerst werden auf den Kunststoff-Spulenkörper 100 Windungen Kupferlackdraht (0,15 mm²) gewickelt und der Spulenkörper in den Halbschalen-Ferritkern eingeklebt. Danach wird der Ferritkern mit der geschlossenen Seite an der vorgesehenen Stelle auf die Leiterplatte geklebt und die Drahtenden von Isolierlack befreit und vorverzinnt. Im letzten Arbeitsschritt sind die vorverzinnenden Drahtenden durch die entsprechenden Bohrungen zu führen und anzulöten.

Empfindlichkeitsabgleich

Der Empfindlichkeitsabgleich des Näherungsschalters ist einfach, und als Hilfsmittel ist nur ein Multimeter erforderlich.

Zunächst wird der Trimmer R 1 an den Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn) gebracht und die Schaltung mit Spannung versorgt. Das Multimeter ist mit der Minusklemme an die Schaltungsmasse und mit der Plusklemme an Pin 4 (Q-Ausgang) des IC 1 anzuschließen.

Nun wird ein Metallgegenstand (z.B. Schraubendreher) in das Streufeld der Spule eingetaucht und durch langsames Drehen des Trimmers R 1 im Uhrzeigersinn die maximale Empfindlichkeit (größter Schaltabstand) eingestellt. Reißt bei zu großer Empfindlichkeitseinstellung die Schwingung des Oszillators ab, so wird durch geringfügiges Zurückdrehen von R 1 die optimale Einstellung erreicht.



Fertig aufgebaute Leiterplatte des Näherungsschalters

Gehäuseeinbau und Vergießen der Elektronik

Vor dem Gehäuseeinbau sollte ein ausreichend langer Funktionstest der Schaltung erfolgen, da nach dem Vergießen keine Korrekturen mehr möglich sind.

Die Zuführung der zweiadrig abgeschirmten Zuleitung erfolgt durch eine an geeigneter Stelle anzubringende Bohrung im Gehäuseunterteil.

Das Abschirmgeflecht der auf ca. 3 cm Länge von der äußeren Ummantlung befreiten Leitung wird verdreht, vorverzinnt, auf 10 mm Länge gekürzt und an die Schaltungsmasse (ST 5) angelötet. Die braune Innenader dient zur Zuführung der Betriebsspannung an ST 1, und die weiße

Stückliste: Näherungsschalter

Widerstände

1k Ω	R2
2,2k Ω	R6
4,7k Ω	R3, R4, R7
100k Ω	R5
PT10, 10k Ω	R1

Kondensatoren

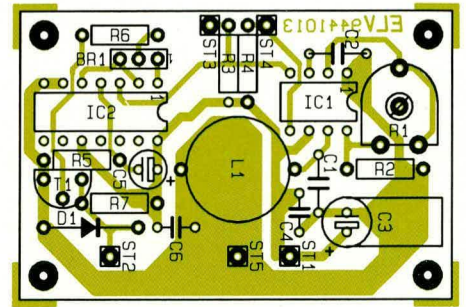
1nF	C2
1,2nF	C1
100nF/ker	C4, C6
1 μ F/63V	C5
47 μ F/25V	C3

Halbleiter

TCA355	IC1
CD4013	IC2
BC548	T1
1N4001	D1

Sonstiges

- 1 Spulenkörper, 14 x 8 mm
- 1 Siferrit-Schalenkern, 14,4 x 7,5 mm
- 5 Lötstifte mit Lötöse
- 350cm Kupferlackdraht, 0,1mm²
- 3 m 2adrig abgeschirmte Leitung
- 5cm Silberdraht



Bestückungsplan des Näherungsschalters

Innenader ist mit dem gewünschten Ausgang (ST 2, ST 3 oder ST 4) zu verbinden.

Danach wird die Leiterplatte mit der Fühlerspule von innen an den Gehäusedeckel des Modulgehäuses geklebt, die Nahtstelle im Bereich des Kabeldurchbruchs von innen mit Kit, Silikon oder Klebstoff abgedichtet und der Deckel stramm auf das Gehäuseunterteil gedrückt. Für eine universelle Schraubmontage besitzt das Spezialgehäuse zwei seitliche Befestigungslaschen.

Zuletzt erfolgt durch eine größere Bohrung an der Gehäuseunterseite das Einfüllen der Zweikomponenten-Vergußmasse. Nach Aushärtung (ca. 12 Stunden) steht der Näherungsschalter für seinen bestimmungsgemäßen Einsatz zur Verfügung. **ELV**