

Mini- Reflexlichtschranke

Eine fremdlichtunempfindliche Reflexlichtschranke ist auf kurzen Distanzen sehr universell und in den unterschiedlichsten Betriebsumgebungen einsetzbar. Die hier vorgestellte, durch den Einsatz von SMD-Technik sehr kompakt ausgeführte Lichtschranke reagiert auf eine Entfernung von 5 bis 40 mm auf das Heranführen eines Gegenstandes. Dabei wird am Ausgang ein in der Dauer zwischen 1 Sek. und 30 Sek. einstellbares Schaltsignal erzeugt.

Vielseitige Lichtschranke

Eine Reflexlichtschranke ist durch ihre Arbeitsweise äußerst universell und schnell einsetzbar. Ihr in Abbildung 1 dargestelltes Arbeitsprinzip beruht nicht auf einer zu justierenden Anordnung von getrennten Sender- und Empfängereinheiten, sondern Sender und Empfänger sind in einer Ein-

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 8 V – 18 V/DC
 Stromaufnahme
 (ohne Last): max. 30 mA
 Arbeitsfrequenz: ca. 2 kHz
 Reaktionszeit: 5 ms
 Ausgangsimpulslänge: 1 s bis 30 s (ein-
 stellbar)
 Ausgang: Open-Collector / max. 100 mA
 Reichweite: 5–40 mm (einsetzbar)
 Abmessungen: 41 x 27 mm

heit fest integriert. Aus dieser festen Anordnung und dem (in der Formulierung hier abgewandelten) physikalischen Gesetz „Einfallswinkel“ (des Lichts) ist gleich Reflexionswinkel“ sowie der praktisch erreichbaren Lichtstärke ergibt sich auch der Arbeitsbereich der Reflexionslichtschran-

ke. Natürlich spielen hier auch angestrahlte Gegenstände und deren Reflexionsfähigkeit eine wichtige Rolle. Die Infrarot-Leuchtdiode sendet ein mit einer festgelegten Frequenz modulierte Licht aus. Dieses wird an einem angestrahlten Gegenstand reflektiert und zu einem Fototransistor zurückgeworfen. Dieser empfängt die modulierte Lichtstrahlung und steuert eine PLL-Schaltung an, die beim Empfang der exakten Frequenz „einrastet“, und ein nachfolgendes Monoflop, dessen Verzögerungszeit einstellbar ist, gibt das Ausgangssignal mit einer definierten Impulslänge aus. Durch die Synchronisation des Modulationsgenerators für die Sendediode und des Empfängers durch die PLL-Schaltung ergibt sich neben der eigentlichen Modulation eine hohe Störsicherheit gegen fremdes Licht, auch wenn dieses irgendwie moduliert ist.

Solch eine Schaltung birgt natürlich sehr viele Einsatzmöglichkeiten. So ist sie z. B. als optischer Näherungssensor etwa für das berührungslose Einschalten des Raumlichts oder als Sicherheitseinrichtung ebenso einsetzbar wie als Ansteuerung für einen Stückgut-zähler. Aber auch der Modellbauer wird zahlreiche Anwendungen finden, so etwa als Wagenzähler auf der Modellbahn. Hier muss man lediglich eine reflektierende Folie an der Wagenunterseite anbringen, und schon kann ein Zähler erfassen, aus wie vielen Fahrzeugen ein Zug besteht. Das ist z. B. sinnvoll nutzbar, wenn man einen Zug verdeckt in einen Schattenbahnhof einfahren lassen will und hier natürlich wissen muss, wie lang der aktuelle Zug denn gerade ist, um ihn an der richtigen Stelle zum Halten zu bringen. Ist der letzte Wagen des Zuges kurz nach der Weiche über die Lichtschranke gefahren, wird er abgestellt, und man kann sicher sein, dass er keinen anderen Zug behindert. Selbstverständlich kommt auch die optisch völlig unauffällig montierbare Auslösung etwa für Weichenschaltungen, Schranken usw. in Frage. Reflexlichtschranken können aber auch z. B. sehr gut bei Slot-Car-Bahnen eingesetzt werden, um die Runden

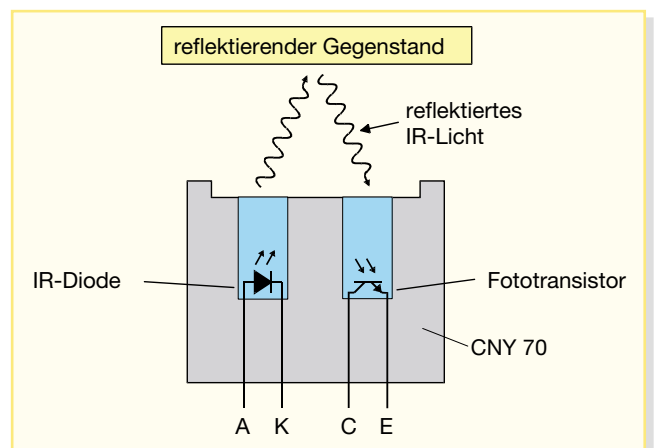
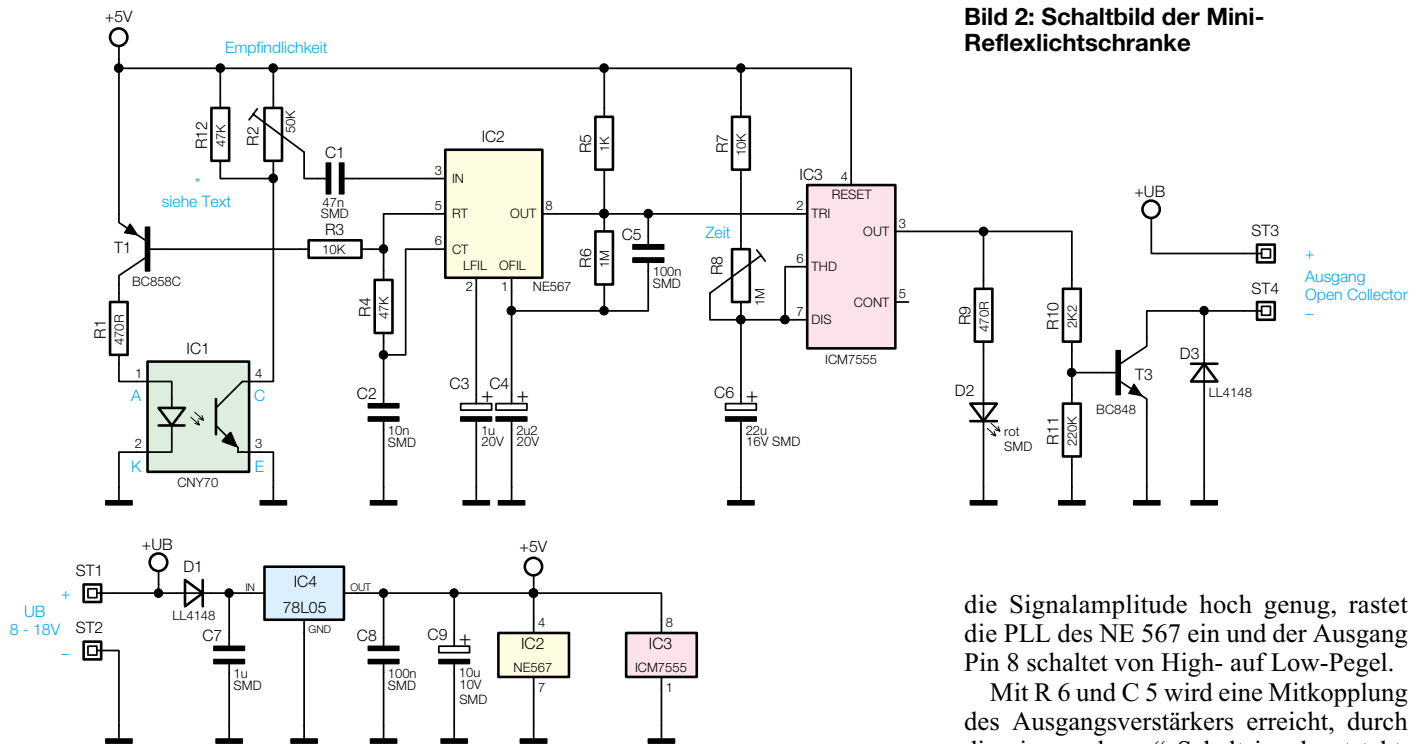


Bild 1:
Das Arbeitsprinzip der Lichtschranke



der einzelnen Renner zu zählen. Das Arbeitsprinzip erlaubt eine weit exaktere und sicherere Zählung als das der normalen Distanzlichtschranken.

Dazu kommt eine sehr kurze Reaktionszeit von nur 5 ms, was auch das Erfassen sehr schnell vorbeigeführter Gegenstände wie etwa beim schnellen Slot-Car-Rennen erlaubt. Durch die einstellbare Länge des Ausgangsimpulses (1–30 Sek.) ist die Lichtschranke an die unterschiedlichsten Auswerteaufgaben von der Ansteuerung einer Leuchtdiode über die eines Relais bis hin zur Weitergabe des Impulses an einen Digitalzähler anpassbar.

Die kompakten Abmessungen lassen einen Einsatz an nahezu jedem Plätzchen zu. Sie lässt sich z. B. auch direkt unter dem Gleisbett einer Modellbahnanlage montieren, denn es muss nur die kleine Fläche des Reflexlichtsensors zwischen den Gleisschwellen hervorschauen.

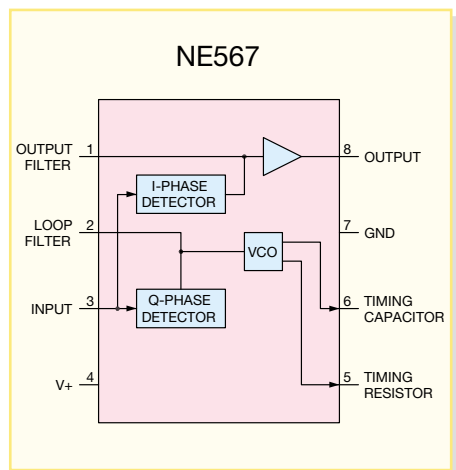


Bild 3: Blockschaltbild NE 567

Schaltung

Das Schaltbild der Reflexlichtschranke ist in Abbildung 2 dargestellt. Hauptbestandteil der Schaltung ist IC 2, ein NE 567, der eigentlich eine PLL-Schaltung zur Ton-decodierung ist. Das Blockschaltbild des NE 567 mit den einzelnen Funktionsblöcken ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Funktionsweise ist einfach nachvollziehbar: Entspricht die Frequenz des an Pin 3 zugeführten Signals der des internen Oszillators des NE 567, so schaltet der Ausgang Pin 8 auf Low-Pegel. Dies ist natürlich auch dann der Fall, wenn das Oszillatorsignal, das an Pin 5 anliegt, auf den Eingang Pin 3 geführt wird. Genau diese Eigenschaft nutzen wir, um eine störungssichere Lichtschranke zu realisieren.

Die Frequenz des internen Oszillators ist durch R 4 und C 2 festgelegt – in unserem Fall beträgt sie ca. 2 kHz. Über R 3 gelangt das Rechtecksignal auf den Transistor T 1, der die interne Sendediode des Reflexkopplers IC 1 ansteuert. Die Sendediode strahlt nun ein mit 2 kHz moduliertes Infrarotlicht ab. Reflektiert ein Gegenstand in der Nähe das Licht, wird dieses auf den integrierten Fototransistor zurückgeworfen. Die beiden parallel geschalteten Widerstände R 2 und R 12 bilden den Kollektorwiderstand für den Fototransistor. Mit dem Trimmer R 2 kann die Signalamplitude und somit die Empfindlichkeit (sprich, „Reichweite“ entsprechend des herangeführten Gegenstands) der Schaltung eingestellt werden. Über den Koppelkondensator C 1 gelangt das empfangene Signal auf den Eingang Pin 3 von IC 2 (NE 567). Ist

Bild 2: Schaltbild der Mini-Reflexlichtschranke

die Signalamplitude hoch genug, rastet die PLL des NE 567 ein und der Ausgang Pin 8 schaltet von High- auf Low-Pegel.

Mit R 6 und C 5 wird eine Mitkopplung des Ausgangsverstärkers erreicht, durch die ein „sauberes“ Schaltsignal entsteht. Das nachfolgende Monoflop IC 3, ein ICM 7555, sorgt für eine definierte Ausgangsimpulslänge. Hierdurch wird gewährleistet, dass auch ein sehr schnell am Reflexkoppler vorbeigeführter Gegenstand ein verwertbares Schaltsignal liefert. Die Impulslänge am Ausgang des Monoflops Pin 3 wird von R 7, R 8 und dem Elko C 6 bestimmt. Als optische Kontrolle dient die Leuchtdiode D 2.

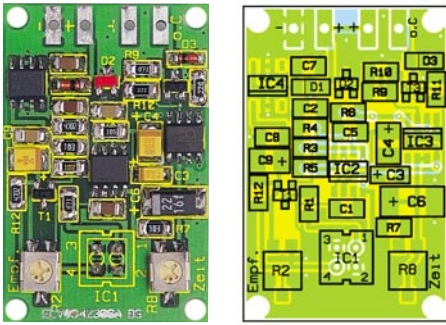
Über den Widerstand R 10 wird der Schalttransistor T 3 angesteuert. Er stellt einen Open-Collector-Ausgang (ST 3 und ST 4) dar, mit dem universelle Schaltungsaufgaben lösbar sind. Die Diode D 3 schützt den Transistor T 3 vor negativen Spannungsspitzen, die bei der Ansteuerung von Relais entstehen können.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlüsse ST 1 (+) und ST 2 (-). Die Spannung kann in einem Bereich von 8 V bis 18 V liegen. Die Diode D 1 dient als Verpolungsschutz. Mit dem Spannungsregler IC 4 wird die Eingangsgleichspannung, die im Bereich von 8 bis 18 V liegen darf, auf 5 V stabilisiert.

Nachbau

Damit die Abmessungen der Platine möglichst kompakt bleiben, sind alle Bauteile der Schaltung, bis auf den Reflexkoppler, in SMD-Technik ausgeführt. Die nur 41 x 27 mm kleine Platine passt bei Bedarf somit auch in ein entsprechend kompaktes Kunststoffgehäuse oder, wie gesagt, auch in enge Einbauplätze.

Da die Platine nur sehr geringe Abmessungen hat, fixiert man diese zunächst mit einem Stück doppelseitigem Klebeband



Fertig bestückte Platine der Mini-Reflexlichtschranke mit zugehörigem Bestückungsplan

auf der Arbeitsunterlage. Beim Verlöten der SMD-Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem sollte man SMD-Lötzinn ($\varnothing 0,5 \text{ mm}$) einsetzen. Als Werkzeug empfiehlt sich außerdem eine Pinzette mit sehr feiner Spitze, mit der die SMD-Bauteile gut fixiert werden können. Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste

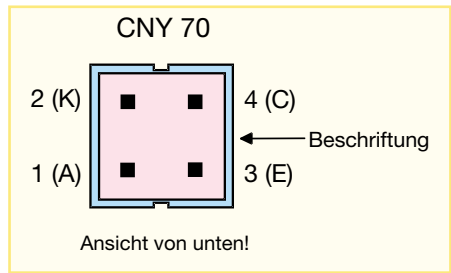


Bild 4: Anschlussbelegung CNY 70

und des Bestückungsplans durchzuführen. Wichtige Zusatzinformationen kann auch das Platinfoto liefern.

Die SMD-Bauteile sind an der für sie jeweils gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette aufzusetzen und es ist zuerst nur ein Anschluss-Pin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn, verlötet werden. Bei dem Elko und den Halbleitern ist auf die korrekte Einbaulage bzw. Polung zu achten. Der Pluspol der Tantal-elkos ist an der Strichmarkierung erkenn-

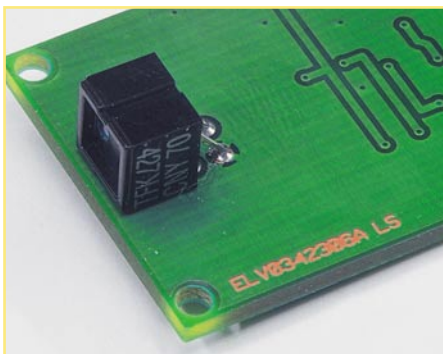


Bild 5: Befestigung des Reflexkopplers auf der Lötseite der Platine

bar. Die ICs sind durch eine abgeflachte Gehäusesseite markiert, die mit der Strichmarkierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss.

Der Reflexkoppler vom Typ CNY 70 wird nicht auf der SMD-Bestückungsseite, sondern auf der gegenüberliegenden Platine-seite bestückt (siehe Abbildung 5). Hierbei ist auf die richtige Einbaulage (Polung) zu achten. Eine genaue Anschlussbelegung ist in Abbildung 4 dargestellt. Bei Bedarf kann man den CNY 70 auch abgesetzt von der Platine montieren.

Zum Abschluss der Nachbaurbeiten erfolgt eine sorgfältige Sichtkontrolle auf exakte Bestückung und eventuelle Lötbrücken.

Inbetriebnahme

Wie bereits erwähnt, ist zur Spannungsversorgung eine Gleichspannung erforderlich, die im Bereich von 8 V bis 18 V liegen sollte. Auch ein Betrieb an Wechselspannung (8 V – 16 V~) ist möglich, hierzu muss ein Gleichrichter, bestehend aus vier Dioden und einem Elko, vorgeschaltet werden (siehe Abbildung 6).

Die Reichweite der Lichtschranke ist im Wesentlichen vom Reflexionsgrad des Gegenstandes abhängig, auf den die Lichtschranke reagieren soll. Eine matte schwarze Oberfläche reflektiert nur sehr wenig Licht, hingegen reflektiert eine helle oder metallische Oberfläche sehr gut.

Wird die Schaltung in sehr heller Umgebung eingesetzt, kann unter Umständen der Fototransistor im CNY 70 bei direkter Lichtstrahlung übersteuern. In diesem Fall kann man experimentell den Widerstand R 12 bis auf einen Wert von ca. 4,7 k Ω verkleinern, bis sich ein zufrieden stellendes Schaltverhalten einstellt.

An den Open-Collector-Ausgang kön-

Stückliste: Mini-Reflexlichtschranke

Widerstände:

470 Ω /SMD/1206	R1, R9
1 k Ω /SMD/1206	R5
2,2 k Ω /SMD/1206	R10
10 k Ω /SMD/1206	R3, R7
47 k Ω /SMD/1206	R4, R12
220 k Ω /SMD/1206	R11
1 M Ω /SMD/1206	R6
SMD-Trimmer, 50 k Ω	R2
SMD-Trimmer, 1 M Ω	R8

Kondensatoren:

10 nF/SMD/1206	C2
47 nF/SMD/1206	C1
100 nF/SMD/1206	C5, C8
1 μ F/SMD/1206	C7
1 μ F/20 V/tantal/SMD	C3
2,2 μ F/20 V/tantal/SMD	C4
10 μ F/10 V/SMD/tantal	C9
22 μ F/16 V/SMD/tantal	C6

Halbleiter:

Opto-Reflexkoppler CNY 70	IC1
NE567/SMD	IC2
ICM7555/SMD/S08	IC3
78L05/SMD	IC4
BC858C	T1
BC848C	T3
LL4148	D1, D3
LED, SMD, rot	D2

nen verschiedenste Verbraucher, wie in Abbildung 6 beispielhaft gezeigt, angeschlossen werden, z. B. Relais, LEDs usw. Soll ein Relais angesteuert werden, richtet sich die erforderliche Relaisspannung nach der Höhe der Betriebsspannung.

Die Befestigung der Platine erfolgt am Einsatzort über die vier Befestigungslöcher in den Ecken.

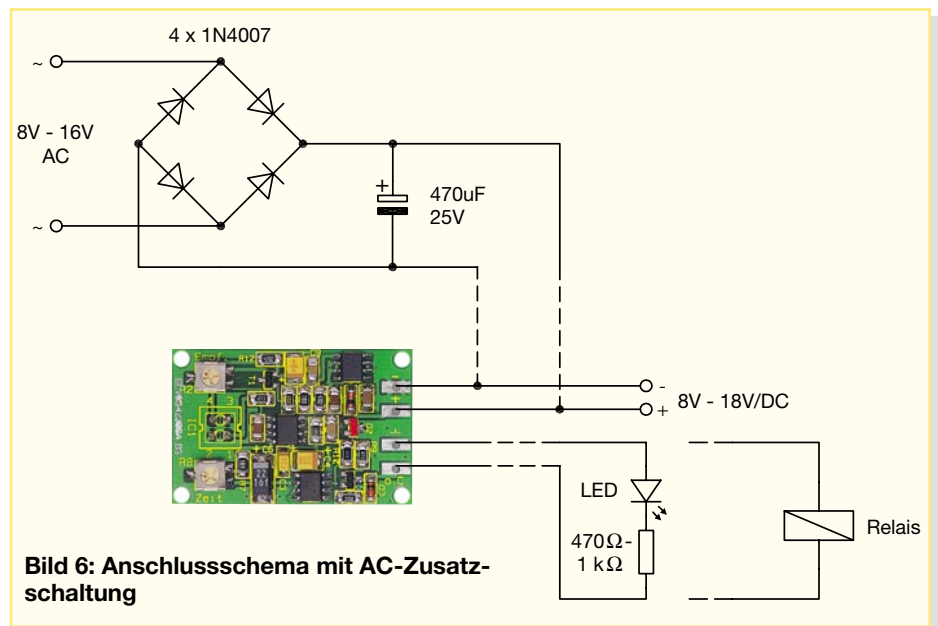


Bild 6: Anschlussschema mit AC-Zusatzschaltung