

Mini-Infrarot-Lichtschranke

Wie mit wenigen Bauteilen auf besonders preiswerte Weise eine leistungsfähige Infrarot-Lichtschranke aufgebaut werden kann, beschreibt dieser Artikel.

Allgemeines

Sowohl in Hobby und Freizeit als auch im Sicherheitsbereich sind Lichtschranken für unterschiedlichste Aufgaben sehr beliebt. Nun erfordert aber nicht gleich jede Anwendung eine hochwertige Laser-Lichtschranke, mit der Distanzen von 100 m und mehr überstrichen werden können. Häufig müssen nur wenige Meter überbrückt werden, und Kriterien wie Störsicherheit, geringe Fremdlichtbeeinflussung sowie einfacher und preiswerter Aufbau spielen eine wichtigere Rolle.

Als weitere Anforderungen, die an Lichtschranken meistens gestellt werden, sind geringe Abmessungen, ein großer Versorgungsspannungsbereich und eine einfache Einbaumöglichkeit zu nennen.

Für Infrarot-Lichtschranken gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Einsatzmöglichkeiten, wie z.B. in Alarmanlagen zur Absicherung von Fenstern, Türen oder anderen Durchgängen. Aber auch Türöffner, Garagentor- und Beleuchtungssteuerungen sowie Zähleinrichtungen für unterschiedlich große Gegenstände oder Personen sind mit diesen interessanten Baugruppen auf einfache Weise realisierbar.

Die hier vorgestellte Schaltung besticht durch ihren einfachen Aufbau mit einer Handvoll Standard-Bauelementen und liefert hervorragende Ergebnisse.

Die Empfängerschaltung wurde mit dem integrierten Empfängerbaustein SFH 506 von Siemens realisiert, der alle Eigenschaften, die von einem Infrarot-Empfängersystem gefordert werden, mit einem 3poligen Bauelement erfüllt.

Neben der Infrarot-Empfängerdiode mit integrierter Miniaturoptik beinhaltet dieser Chip den empfindlichen Vorverstärker mit interner Metallabschirmung sowie eine Open-Kollektor-Ausgangsstufe mit integriertem Pull-up-Widerstand. Eine große Fremdlicht-Störsicherheit wird durch das Gehäuse, dessen Kunststoff auf die Wellenlänge von 950 nm im Infrarotbereich optimiert wurde, erreicht.

Weitere wichtige Eigenschaften des Bausteins sind die hohe Empfindlichkeit, die geringe Stromaufnahme und natürlich die kompakte Bauform mit minimaler externer Beschaltung.

Schaltung des IR-Senders

Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung mit dem in Abbildung 1 dargestellten Infrarot-Sender. Zentraler Baustein der aus einem Dutzend Bauteilen bestehenden Schaltung des Senders ist der weitverbreitete, universell einsetzbare 2fach Timer-Baustein NE 556.

Um eine optimale Funktion zu erreichen, muß das Sender-Ausgangssignal an die Forderungen des Empfängerbausteins

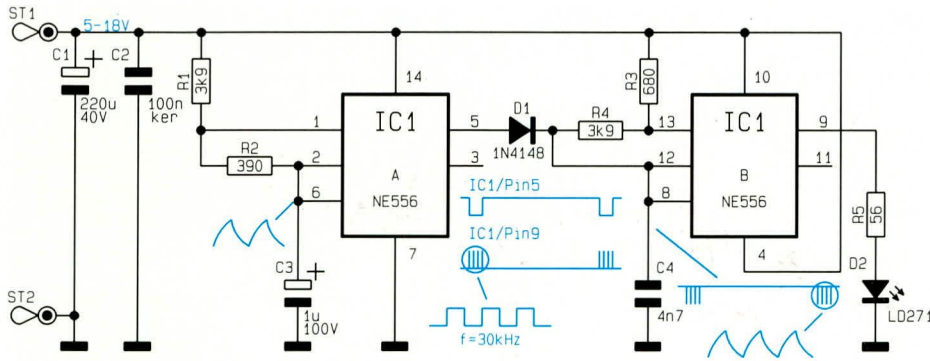


Bild 1 (oben): Schaltbild des IR-Senders

Wenn wir nun die in Abbildung 1 dargestellte Schaltung betrachten, sehen wir zwei astabile Multivibratoren, die abgesehen von der Dimensionierung identisch aufgebaut sind. Über die frequenzbestimmenden Komponenten R 3, R 4 und C 4 des IC 1 B ergibt sich eine relativ genaue Oszillatorfrequenz von 30 kHz.

Die frequenzbestimmenden Bauelemente des ersten, mit IC 1 A aufgebauten, astabilen Multivibrators sind R 1, R 2 und C 3. Gleichzeitig wird durch die Dimensionierung von R 1 und R 2 das Puls/Pausenverhältnis des Ausgangssignals auf 1 : 9 eingestellt, d. h. die an Pin 5 anstehende Rechteck-Ausgangsspannung ist 90% der Zeit „high“ und nur 10% „low“.

Der mit IC 1 B aufgebaute Oszillator wird nun über die Diode D 1 so gesteuert, daß am Ausgang Burstpulse mit einer Frequenz von 30 kHz anstehen.

Da der NE 556 integrierte Ausgangstreiberstufen besitzt, die in der Lage sind, einen Ausgangsstrom von 200 mA zu liefern, kann die Infrarot-Sendediode D 2 über R 5 direkt angesteuert werden.

Die Betriebsspannung, die zwischen 5 V und 15 V liegen darf, wird der Schaltung an ST 1 (+Pol) und ST 2 (-Pol) zugeführt. Während C 1 eine Pufferung vornimmt, werden mit C 2 Störpulse eliminiert.

Die Stromaufnahme des Senders beträgt nur rund 30 mA.

Schaltung des Empfängers

Die Schaltung des Empfängers ist in Abbildung 3 zu sehen, während Abbildung 4 den internen Aufbau des SFH 506 zeigt. Auch hier wurde die Schaltung dank des integrierten Empfängerbausteins SFH 506 mit sehr geringem Aufwand realisiert.

Die vom Sender im Infrarotbereich (950 nm) abgestrahlten Burstpulse fallen zunächst auf die in IR 1 integrierte Empfängerdiode. Das von der Empfängerdiode kommende Signal wird dann intern mit Hilfe eines empfindlichen Vorverstärkers aufbereitet und über eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) einem schmalbandigen Bandpaßfilter zugeführt.

Das Ausgangssignal des Bandpaßfilters wird zum Demodulator geleitet und gleichzeitig zur Regelspannungsgewinnung für die automatische Verstärkungsregelung genutzt.

Anschließend wird das demodulierte Ausgangssignal der internen Treiberstufe zugeführt und an Pin 3 ausgekoppelt. Der Wert des integrierten Pull-up-Widerstandes beträgt 100 kΩ und liegt zwischen Pin 2 (Versorgungsspannung) und Pin 3 (Signal-Ausgang).

In der Schaltung (Abbildung 3) liegt nun parallel zum internen Widerstand der Elko C 5. Solange vom Infrarot-Empfänger

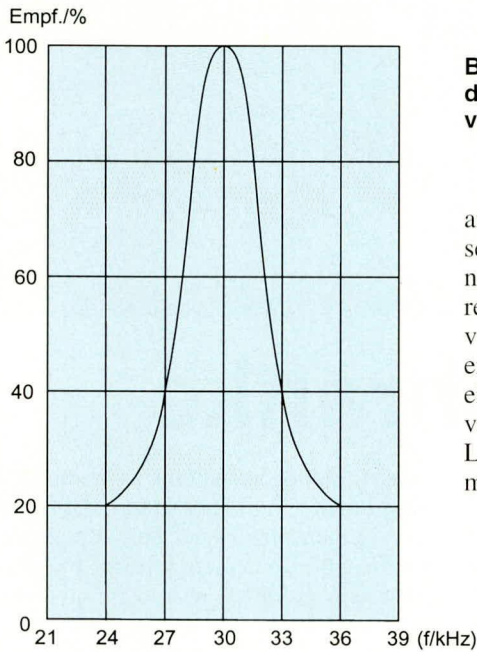
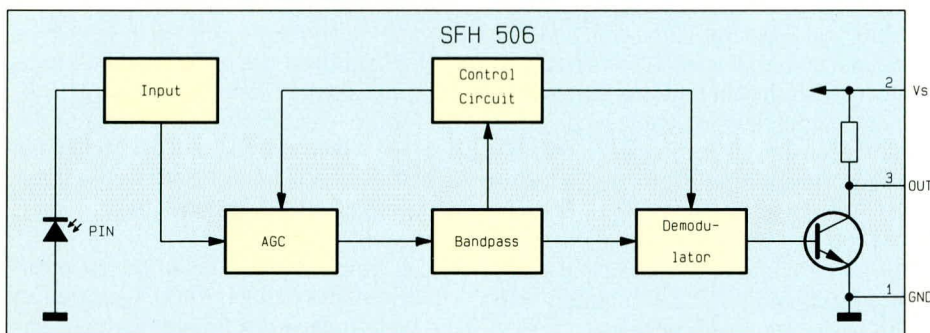
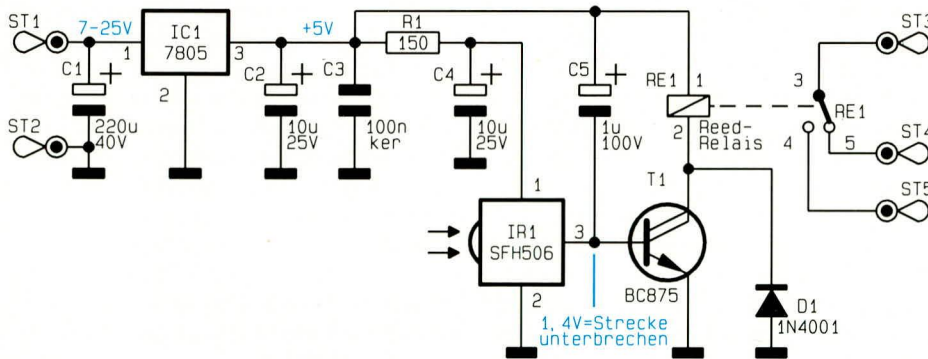


Bild 2 (links): Empfindlichkeit des SFH506-30 in Abhängigkeit von der Betriebsfrequenz

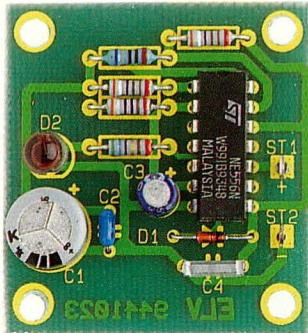
angepaßt sein. Der SFH 506-30 erreicht seine maximale Empfindlichkeit, d. h. seine größtmögliche Reichweite, bei einer relativ eng selektierten Betriebsfrequenz von 30 kHz, wie auch aus Abbildung 2 zu entnehmen ist. Des weiteren muß für eine einwandfreie Funktion ein Tastverhältnis von >0,4 eingehalten werden, d. h. die Länge des 30 kHz-Sendesignals darf nur maximal 40% der Gesamtzeit betragen.

Bild 3 (unten) zeigt die Schaltung des IR-Empfängers, während ganz unten in Bild 4 das Blockschaltbild des SFH506 zu sehen ist

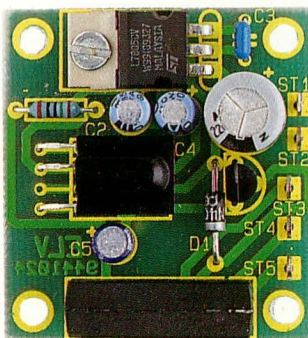


Burstimpulse empfangen werden, schaltet der interne Treibertransistor durch und lädt den Elko nahezu schlagartig auf. Dadurch erhalten wir an Pin 3 ein ständiges Low-Signal.

Ein Entladen des Elkos ist durch die relativ große Zeitkonstante von 0,1 sek. bei den sich ständig wiederholenden Eingangsimpulsen nicht möglich. Erst wenn vom



Ansicht des fertig aufgebauten Senders der IR-Lichtschanke



Fertig aufgebaute Empfängerplatine der IR-Lichtschanke

Empfänger kein Infrarotsignal mehr detektiert wird, kann sich der Elko bis auf die Basis-Emitter-Spannung (1,4 V) des Darlington-Transistors T 1 entladen. Der Transistor steuert durch, und das im Kollektorkreis liegende Relais wird aktiviert.

Die beim Abfallen des Relais entstehende Gegeninduktionsspannung wird mit Hilfe der Freilaufdiode D 1 nach Masse kurzgeschlossen.

Zur einwandfreien Funktion benötigt der SFH 506 eine absolut stabile Versorgungsspannung von 5 V, die mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 1 erzeugt wird. Eine zusätzliche Siebkette (R 1, C 4) dient zur weiteren Störunterdrückung.

Zur Schaltungsversorgung kann eine unstabilierte Spannung zwischen 7 V und 15 V dienen, wobei C 1 eine zusätzliche Pufferung vornimmt.

Nachbau

Ein Nachbau der Schaltung ist aufgrund der wenigen Bauteile sehr einfach und

Stückliste: Mini-IR-Sender

Widerstände

56Ω	R5
390Ω	R2
680Ω	R3
3,9kΩ	R1, R3

Kondensatoren

4,7nF	C4
100nF/ker	C2
1µF/100V	C3
220µF/40V	C1

Halbleiter

NE555	IC1
1N4148	D1
LD271	D2

Sonstiges

Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
----------------------------	----------

Stückliste: Mini-IR-Empfänger

Widerstände

150Ω	R1
------------	----

Kondensatoren

100nF/ker	C3
1µF/100V	C5
10µF/25V	C2, C4
220µF/40V	C1

Halbleiter

7805	IC1
SFH506	IR1
BC875	T1
1N4001	D1

Sonstiges

Reed-Relais	RE1
Lötstifte mit Lötöse	ST1 - ST5
1 Schraube M3 x 6 mm	
1 Mutter M 3	

schnell möglich.

Zur Aufnahme der Bauelemente des Senders und des Empfängers steht jeweils eine Leiterplatte mit den Abmessungen 40,5 mm x 44 mm zur Verfügung.

Wir beginnen mit den zwölf Bauteilen des Senders, die entsprechend des Bestückungsplans und der Stückliste auf die Leiterplatte zu setzen sind.

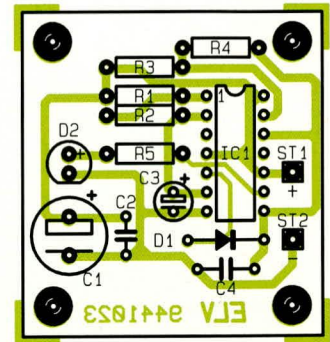
Zuerst werden die Anschlußbeinchen der fünf Widerstände abgewinkelt, durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gesteckt, leicht angewinkelt und nach dem Umdrehen der Platine in einem Arbeitsgang festgelötet.

Danach sind die Diode D 1, die Kondensatoren und die Elkos zu bestücken. Beim

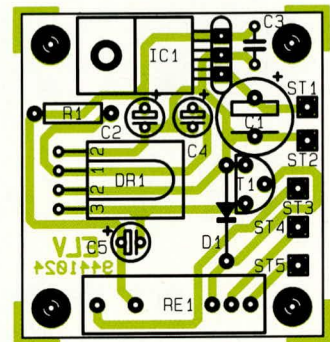
Einlöten der Elkos ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten.

Die überstehenden Drahtenden sämtlicher Bauelemente werden anschließend, ohne die Lötstelle zu beschädigen, so kurz wie möglich abgeschnitten.

Beim Einsetzen des ICs ist ebenfalls auf die richtige Einbauposition zu achten. Die



Bestückungsplan des Senders



Bestückungsplan des Empfängers

Katode (diejenige Seite, in welche die Pfeilspitze des Schaltungssymbols weist) der Infrarot-Sendediode ist durch ein längeres Anschlußbeinchen gekennzeichnet.

Nach dem Einpressen und Festlöten der beiden Lötstifte mit Öse (ST 1, ST 2) wenden wir uns dem Aufbau der Empfängerplatine zu.

Hier werden zuerst der Widerstand R 1 und die Diode D 1, gefolgt von dem Kondensator C 3 bestückt. Es folgt das Einsetzen des Transistors T 1 und der Elkos unter Beachtung der richtigen Polarität.

Der Festspannungsregler IC 1 wird vor dem Anlöten mit einer Schraube M3 x 6 mm auf die Leiterplatte geschraubt.

Anschließend folgt das Einlöten des Relais. Die fünf Lötstifte mit Öse sind vor dem Anlöten stramm in die entsprechenden Bohrungen der Platine zu pressen.

Je nach Anwendungsfall kann der Infrarot-Empfängerbaustein stehend oder liegend mit abgewinkelten Anschlußbeinchen eingelötet werden.