

Optischer Passiv-Personenmelder

Reagiert auf Helligkeitsschwankungen

Von Burkhard Kainka

Übliche Personenmelder arbeiten mit Infrarot-Sensoren, die auf die Wärmestrahlung eines Menschen reagieren. Es geht aber auch einfacher: Man kann nämlich auch das Umgebungslicht ausnutzen und Helligkeitsschwankungen auswerten.



Jede Bewegung einer Person führt zu einer Änderung der Helligkeit. Um diese Änderungen zu erkennen, verwendet die Schaltung einen normalen Fototransistor als Auge. Sie reagiert auf die kleinsten Schwankungen der Helligkeit. Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich, dass der Sensor direkt von einem Schatten getroffen wird. Es reicht schon, wenn jemand einen kleinen Teil des Himmels verdeckt. Die Empfindlichkeit des Sensors wird mit einem Trimpoti eingestellt.

Das Gerät arbeitet in einem großen Bereich unterschiedlicher Helligkeiten. Ein Regelkreis mit logarithmischer Charakteristik wird eingesetzt, um eine gewisse prozentuale Änderung der Helligkeit in jedem Bereich gleich gut zu erkennen. Die Schaltung funktioniert

daher auch in geschlossenen Räumen bei geringer Helligkeit. Langsame Änderungen der Helligkeit werden ausgegletet, schnelle Änderungen führen zu einem akustischen Alarm. Eine direkte Bestrahlung durch die Sonne ist eher ungünstig für die Empfindlichkeit. Besser ist indirektes Licht, das sich ja aus reflektierten Lichtstrahlen aller Objekte im Umkreis zusammensetzt.

Die Bauteil-Auswahl ist nicht besonders kritisch. Für T1 kann man jeden normalen Fototransistor verwenden. Für T2 kommen neben dem in der Stückliste angegebenen BC547B auch alle ähnlichen NPN-Transistoren wie BC548, BC549 oder BC550 in Frage. Die Stromverstärkung sollte aber nicht zu gering sein, deshalb ist auf den Kennbuchstaben hinter der Typennummer zu achten, der die Stromverstärkungs-Gruppe angibt. A-Typen sind weniger geeignet, es sollte schon B oder C sein.

Für die Opamps (IC1A, IC1B) kann man auch andere Doppel-Opamps wie TL272 oder TL082 verwenden.

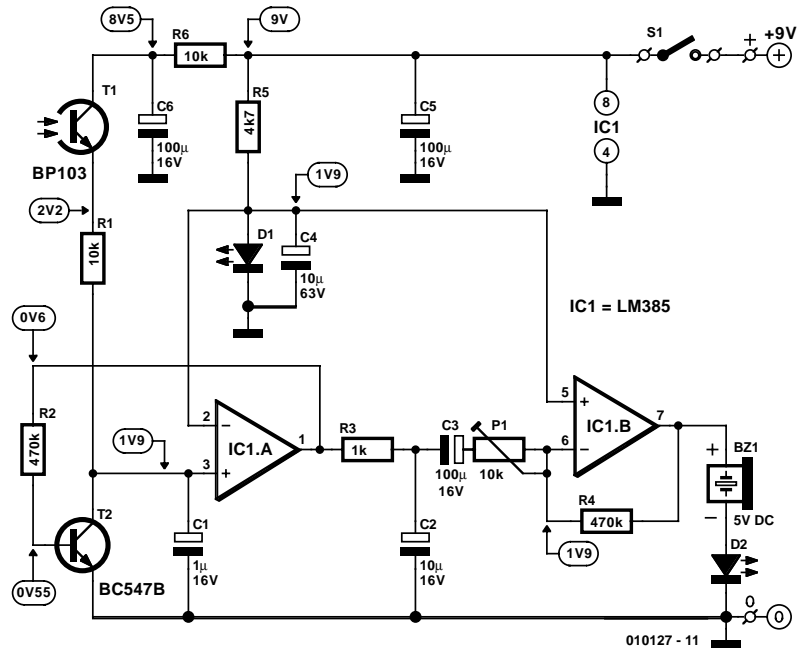
Als LEDs kommen nur solche mit geringem Stromverbrauch in Frage. Das sind so genannte Low-current-LEDs, die schon bei einem Strom von 2 mA ihre im Datenblatt angegebene Helligkeit (Kennwert) erreichen. Im Gegensatz dazu benötigen konventionelle (ältere) LEDs wesentlich mehr Strom, der Helligkeits-Kennwert wird bei solchen „normalen“ LEDs bei 10 mA oder sogar bei 20 mA spezifiziert. Kein Wunder, dass sich die Low-current-LEDs weitgehend durchgesetzt haben.

Aufpassen muss man auch beim Summer, der ein Gleichstrom-Summer (Englisch: DC-Buzzer) sein muss, der für eine Spannung von 5 V ausgelegt sein muss. Von den 9 V der Blockbatterie kommen am Ausgang des Opamps IC1B schon 1 bis 2 V weniger an – und dazu kommt noch

Bild 1. Die Regelschaltung mit T2 sorgt für eine automatische Anpassung an unterschiedliche Helligkeiten.

der Spannungsverlust an der LED D2 (etwa 2 V), die in Reihe zum Summer geschaltet ist und aufleuchtet, wenn der Opamp den Summer ansteuert. Die Schaltung ist relativ batterieschonend. Obwohl die LED D1 ständig leuchtet, benötigt sie im Ruhezustand nur einen Strom von etwa 2,5 mA. Im Alarmfall fließt mehr Strom, nämlich über den Summer und die zweite Leuchtdiode, was den Stromverbrauch auf etwa 10 mA ansteigen lässt.

Wenn beim Bestücken der Platine kein Fehler unterlaufen ist und auch die Batterie richtig gepolt angeschlossen wird, wird der Summer nach dem Einschalten mit S1 kurz ein Signal geben und die LED D2 gleichzeitig kurz aufleuchten, während D1



So funktioniert 's:

Die Schaltung verwendet zwei Operationsverstärker (Opamps) in einem gemeinsamen Gehäuse. Die erste Stufe mit IC1.A bildet einen Regelkreis. Je mehr die Ausgangsspannung über etwa 0,6 V ansteigt, desto stärker leitet der Transistor T2. Er bildet damit eine variable Last für den Fototransistor T1. Wenn die Helligkeit steigt, fließt mehr Strom durch den Fototransistor. T1 dreht dann auch mehr auf, so dass sich die Spannung am Ausgang des Opamps kaum ändert. Auf diese Weise arbeitet die Schaltung in einem sehr weiten Bereich unterschiedlicher Helligkeiten.

Die Eingangskennlinie eines Transistors ist über weite Bereiche streng exponentiell. Jede Erhöhung der Basisspannung um etwa 20 mV führt zu einer Verdopplung des Kollektorstroms. Das bedeutet umgekehrt für diese Schaltung, dass eine Verdopplung der Helligkeit die Ausgangsspannung an IC1.A immer um etwa 20 mV erhöht. Ändert sich die Helligkeit nur um 10 %, dann ändert sich die Ausgangsspannung nur um wenige Millivolt, und zwar ganz gleich, in welchem Helligkeitsbereich diese relative Änderung auftritt.

Die zweite Stufe des Sensorverstärkers ist über ein Hochpass/Tiefpassfilter gekoppelt. Im Ruhezustand, also bei kon-

stanter Helligkeit, stellt sich die Ausgangsspannung an IC1.B auf etwa 1,9 V ein. Nur Änderungen der Eingangsspannung werden hoch verstärkt. Allerdings werden sehr schnelle Änderungen durch das Tiefpassfilter R3/C2 weggefiltert. Auf diese Weise wird die Schaltung unempfindlicher gegenüber dem 100-Hz-Flackern von Kunstlicht. Sehr langsame Änderungen dagegen werden durch das Hochpassfilter C3/P1 gedämpft. Es darf sich also durchaus die Bewölkung ändern, und auch das langsame Herannahen der Dämmerung wird keinen Alarm auslösen. Im mittleren Frequenzbereich zwischen etwa 0,1 Hz und 10 Hz dagegen ist die Schaltung sehr empfindlich. Sie reagiert deshalb auf normal schnelle Bewegungen von Personen. Die Verstärkung, und damit die Empfindlichkeit der Schaltung kann mit P1 eingestellt werden.

IC1.B arbeitet als invertierender Verstärker. Deshalb führt eine plötzliche Verringerung der Helligkeit zu einem Spannungsanstieg am Ausgang. Sobald die Spannung über ca. 2,5 V steigt und damit mehr als 0,5 V am Summer anliegen, beginnt dieser zu tönen. Man hört daher bei jeder Abschattung einen kurzen Ton. Gleichzeitig fließt etwas Strom durch die Leuchtdiode D2, die dadurch kurze Lichtblitze abgibt. Die erste LED (D1) dient übrigens gleichzeitig als Bereitschaftsanzeige und zur Stabilisierung einer Hilfsspannung von etwa 1,9 V.

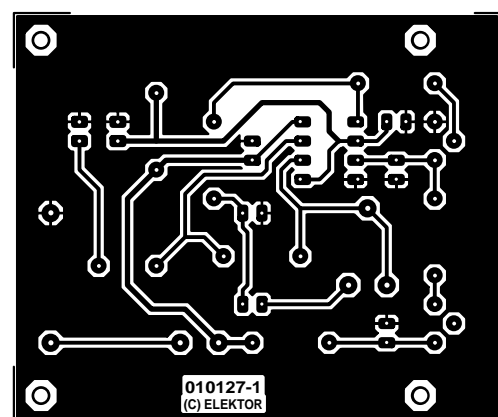
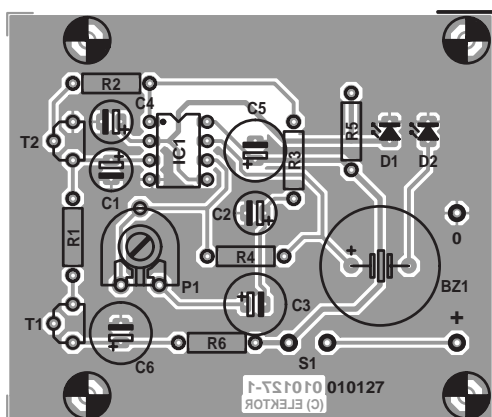
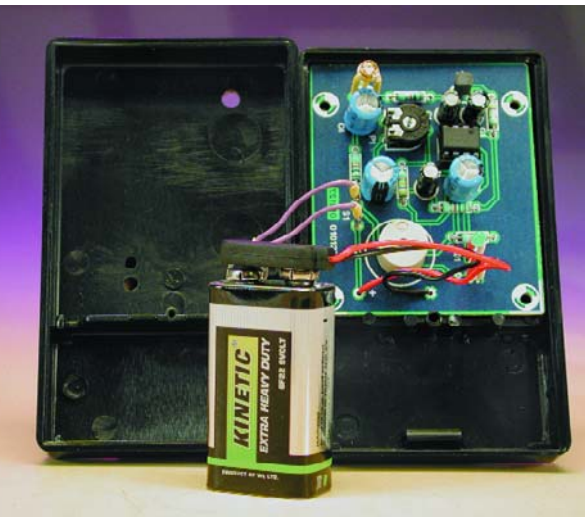


Bild 2. Platinenlayout zum einfachen Aufbau des Personenmelders.



Stückliste

Widerstände:

R1, R6 = 10 k
 R2 = 470 k
 R3 = 1 k
 R4 = 470 k
 R5 = 4k7
 P1 = 10 k Trimpotentiometer

Kondensatoren:

C1 = 1 μ /16 V stehend
 C2, C4 = 10 μ /16 V stehend
 C3, C5, C6 = 100 μ /16 V stehend

Halbleiter:

D1 = LED grün, low current

D2 = LED rot, low current
 T1 = BP103
 T2 = BC547B
 ICI = LM358 P

Außerdem:

S1 = Schalter, 1-polig, Schließer
 BZ1 = Gleichstromsummer, 5 V
 9-V-Blockbatterie mit Anschlussclip
 Kästchen mit Batteriefach, 101 mm x
 60 mm x 26 mm

Gratis-Download des Platinenlayouts
 bei www.elektor.de

Fertigplatine on demand (siehe
 Platinenliste bei www.elektor.de)

immer und dauernd leuchtet, sobald S1 geschlossen ist. Leuchtet D1 nicht, ist entweder die Diode oder die Batterie falsch gepolt – oder die Batterie ist leer. Aber das kann man ja messen...

Die Empfindlichkeit der Schaltung wird mit dem Trimpotentiometer P1 eingestellt – je weiter man es nach rechts dreht, desto höher ist die Empfindlichkeit. Bei hoch eingestellter Empfindlichkeit wird das für das Auge meist unsichtbare Flimmern von Leuchtstofflampen (zu denen auch Energiesparlampen gehören) ebenfalls verstärkt. Elektrisch gesehen handelt es sich um ein 100-Hz-Wechselspannungs-

(Brumm-)Signal, und es ist daher auch kein Wunder, dass die Schaltung dann gestört wird und den Summer unter Umständen dauernd ansteuert. Die Empfindlichkeit muss dann so weit zurückgenommen werden, dass die Schaltung nicht mehr auf das Leuchtstofflampen-Dauerlicht, sondern nur auf Helligkeitsschwankungen reagiert. Die in der Schaltung angegebenen Gleichspannungs-Messwerte wurden bei normaler Raumhelligkeit mit einem digitalen Multimeter (10 Megaohm Eingangswiderstand) gemessen.

(010127e)