
Ein PIR-Bewegungssensor

Gunther Zielosko

1. Einleitung

Sie werden sie sicher kennen, die kleinen dienstbaren Geister, die Ihnen nach dem Prinzip „Sesam öffne Dich“ zuvorkommend Kaufhaustüren öffnen, Ihre Gartenleuchte anschalten, wenn Sie bzw. Ihre Katze vorbeikommen oder den Wasserhahn öffnen, wenn Sie ans Waschbecken treten. Immer sind irgendwo Bewegungsmelder eingebaut, die die entsprechenden Vorgänge auslösen. Am häufigsten wird für den Sensor das PIR (Passiv-InfraRot) Prinzip verwandt. Wie wäre es, wenn wir diese Technik auch für den BASIC-Tiger® nutzbar machen könnten?

Bewegungsmelder sind mittlerweile für wenig Geld zu haben, allerdings meist in kompletten Systemen, wie z.B. Außenleuchten, fest integriert. Separate Melder sind fast immer als Komponenten für das Hausstromsystem ausgelegt. Für den Entwickler ist es wenig attraktiv, eine fertige Leuchte nur wegen des eingebauten Bewegungsmelders „auszuschlachten“. Hinzu kommt, daß die dort eingebauten Sensoren sowohl von der Versorgungsseite (220 V) als auch vom Ausgabesystem (Relais oder Triacs) her nur mit viel Aufwand an unser BASIC-Tiger®-System anzupassen sind, das mit 5 V Versorgungsspannung und Pegeln zwischen 0 und 5 V arbeitet. Das Ziel dieses Artikels soll es sein, ein paar Informationen zur Technik solcher PIR-Sensoren zu vermitteln, einen für uns Entwickler passenden Sensorbausatz vorzustellen und Anwendungsmöglichkeiten im BASIC-Tiger®-System zu diskutieren.

2. Das PIR-Prinzip

Der Name sagt schon alles Wesentliche – ein PIR-Sensor erfaßt passiv die Infrarotstrahlung seiner Umgebung. Da das Prinzip auch für Brandmeldeanlagen benutzt wird, werden solche Sensoren auch als Pyrosensoren bezeichnet. Passiv heißen sie deshalb, weil nur Signale ausgewertet werden, die vom Objekt selbst ausgesandt werden, also ist im Gegensatz zu Radar- oder Ultraschall-Sensoren kein aktiver Sender erforderlich. Infrarot ist generell der Bereich jenseits des sichtbaren roten Lichtes, hier werden speziell die Wellenlängen mit einigen μm ausgewertet – das ist die typische Wärmestrahlung, die z.B. ein menschlicher Körper ausstrahlt. Damit wird schon klar, daß ein PIR-Bewegungsmelder nur auf Körper reagiert, die deutlich wärmer sind als ihre Umgebung, also Menschen, Tiere oder ein warmes Fahrzeug. Ganz wichtig zu wissen ist auch, daß der Sensor nicht absolut die Wärmestrahlung erfaßt, sondern nur zeitliche bzw. örtliche Änderungen in dieser Strahlung. Das ist unbedingt erforderlich, damit stabile und örtlich unveränderliche Wärmestrahler, wie z.B. Lampen, nicht zum Auslösen eines Schaltvorganges führen.

Das Sensorprinzip beruht nun darauf, daß die Infrarot-Strahlung auf einer kondensator-ähnlichen Spezialfolie Ladungsverschiebungen bewirkt. Um nur Wechsel der Infrarotstrahlung (also Bewegungen des Objektes) zu erfassen, sind mindestens zwei gleiche Sensor-Elemente angeordnet, deren unterschiedliche dynamische Ladungszustände

ausgewertet werden, während „Gleichtaktsignale“ kompensiert werden. Diese Kompensation erfolgt entweder durch Reihen- oder Parallelschaltung dieser Einzelelemente mit jeweils gegensätzlicher Ausrichtung der Polarisation des Pyroelektrikums (Sensorfolie). Der Vorteil dieser Anordnung liegt in der Unterdrückung von Umgebungstemperatureinflüssen, die durch Konvektion, Wärmeleitung oder einfallende Wärmestrahlung die Temperatur beider empfindlicher Elemente im gleichen Sinne verändern.

Eine spezielle Verstärkerschaltung zur Auswertung der sehr schwachen Signale mit zusätzlichen aufwendigen elektrischen Filtern zum Eliminieren von elektrisch bzw. optisch eingestreuten Störsignalen schließt sich an.

Zusätzliche optische Filter sorgen dafür, daß möglichst nur die Strahlung durchgelassen wird, die zur Bewegungs-Detektion erforderlich ist. Störende andere Strahlungsquellen werden nun auch optisch weitgehend ausgeblendet.

Um den Bewegungssensor zu komplettieren, werden meist noch spezielle Linsensysteme vorgesetzt (Multi- oder Fresnell-Linsen), die optisch Einstrahlungen aus verschiedenen Richtungen auf den Sensor fokussieren. Dies erweitert den Erfassungsbereich (horizontaler bzw. vertikaler Winkel) des Sensors erheblich. Allerdings ist für spezielle Anwendungen ein solch breites Erfassungsfeld manchmal gar nicht erwünscht, so daß bei einem zum Experimentieren geeigneten System zumindest abnehmbare, besser noch auswechselbare Linsensysteme vorteilhaft wären.

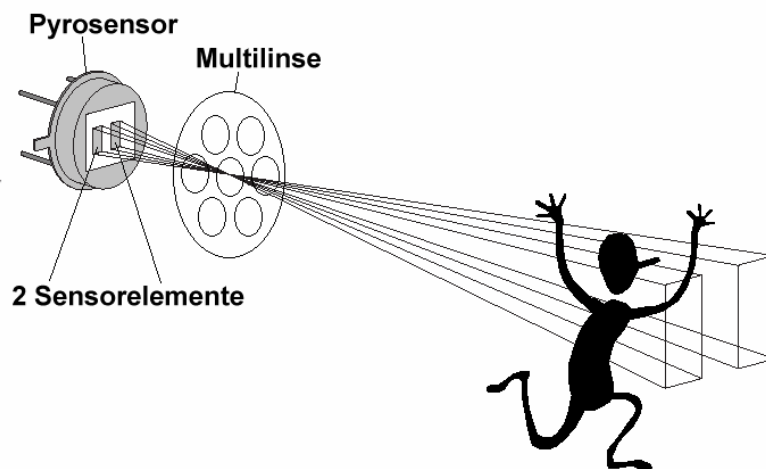


Bild 1 Prinzipielle Anordnung der Teile eines PIR-Bewegungssensors

3. Der Bewegungsmelder PIR 13 von ELV

Um es gleich vorweg zu sagen – der PIR 13 ist ein Bausatz, d.h. der Anwender muß eine kleine Leiterplatte bestücken. Da SMD-Technik verwendet wird, sind für den Aufbau schon einige Voraussetzungen, wie spezielle Löttechnik (SMD-Lötzinn, Elektronik-Lötcolben mit feiner Spitze), helle Beleuchtung, möglichst eine Standlupe und eine feine Pinzette erforderlich. Wichtig ist auch, daß die angelieferten Kleinteile („Hühnerfutter“), nicht verloren gehen oder verwechselt werden – insbesondere die SMD-Kondensatoren haben keinerlei Aufdruck!

Der komplette Bausatz wird von ELV zum Preis von derzeit 11,95 € geliefert.

Bestell-Nr.: 36-563-67

Adresse: ELV-Elektronik AG, 26787 Leer

Telefon: 0491 / 600888

Bestandteile des Bausatzes sind eine ausführliche Beschreibung und Aufbauanleitung, eine recht kleine zweiseitige Leiterplatte 25 x 37 mm mit Bestückungsaufdruck und Lötstopplack sowie alle Komponenten einschließlich PIR-Sensor und Linsensystem (Bilder 2 und 3).



Bild 2 der PIR-Sensor...

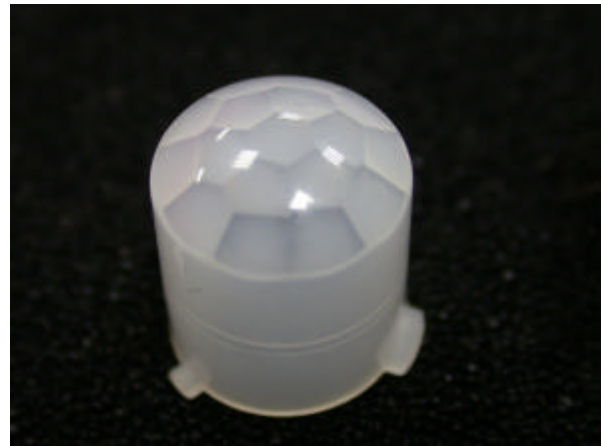


Bild 3 ... und das passende Linsensystem

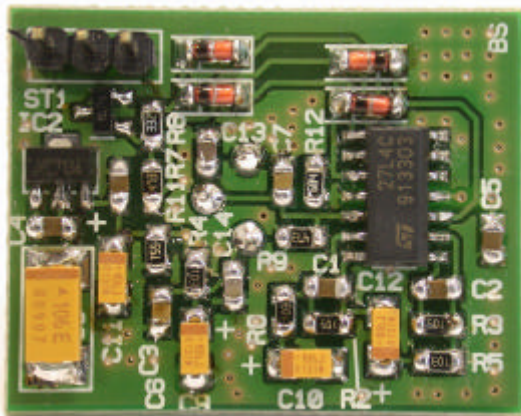


Bild 4 die bestückte Rückseite...



Bild 5 ... und die Vorderseite

Elektrisch ist die gesamte Schaltung mit 5 – 24 V Betriebsspannung zufrieden, also gut an die Vcc des BASIC-Tigers® von 5 V angepaßt. Ein auf der Leiterplatte vorhandener Spannungsregler HT-7136 erzeugt aus dieser 5 V - Rohspannung die Betriebsspannung der Sensorplatine von 3,6 V.

Ideal ist der geringe Strombedarf der Schaltung von typisch nur 40 µA im Ruhezustand. Das macht den Einsatz von batteriebetriebenen „Aufweck-Anwendungen“ möglich, d.h. der BASIC-Tiger® arbeitet z.B. nur, wenn eine Person näher tritt.

Ausgangsseitig wird eine Open-Collector-Schaltung verwendet. Im „Alarmfall“ wird dieser Ausgang auf Masse gezogen, ansonsten ist er hochohmig. Mit einem einfachen Widerstand gegen Vcc lassen sich damit auf einfache Weise die Logikpegel 0 V und + 5 V erzeugen. Ähnlich einfach ist aber auch die Ansteuerung eines Relais, einer Leuchtdiode oder anderer Komponenten, da der Ausgangstransistor problemlos 100 mA treiben kann. Die Schaltspannung kann dabei bis zu 30 V betragen!

Noch ein paar Worte zum Verhalten des Bewegungsmelders im praktischen Einsatz. Durch das physikalische Prinzip bedingt dauert es ein paar Sekunden, bis der Sensor nach einem ausgelösten Alarm wieder „scharf“ ist. Im Falle einer automatischen Lampenschaltung ist das eher erwünscht und wird durch geeignete Schaltungsmaßnahmen noch verstärkt (integrierter Zeitschalter). Für Anwendungen, bei denen schnelle Reaktionen erforderlich sind, eignen sich PIR-Bewegungsmelder daher weniger.

4. Einsatz mit dem BASIC-Tiger®

Eigentlich muß zu diesem Punkt kaum noch etwas gesagt werden. Am Modul gibt es einen 3-poligen Pfostenstecker, dessen Pins wie folgt angeschlossen werden:

Masse	→	GND des BASIC-Tiger®-Systems
Betriebsspannung	→	Vcc des BASIC-Tiger®-Systems
Ausgang	→	Open Collector, mit 10 kΩ an Vcc normale Logikpegel

Damit kann der Sensor sofort an einen beliebigen Eingang des BASIC-Tigers® gelegt werden. Was der dann mit dem Signal anfangen soll, bestimmen Sie!

Abschließend noch einige denkbare Anwendungsbeispiele für einen Einsatz des Sensors:

- Alarmanlage mit mehreren Außensensoren und Textausgabe über Display oder serielle Schnittstelle. So sind Sie mit einem geeigneten Programm informiert über Ort und Zeit des Alarmes. Im Gegensatz zu einfachen Bewegungsmeldern können Alarme auch registriert werden, wenn niemand zuhause ist.
- Ein solches System kann mit anderen Komponenten, die wir schon kennen, kombiniert werden, z.B. mit einem Handy, das im Alarmfall SMS versendet (Applikationsbericht Nr. 056 „BASIC-Tiger® sendet SMS“).
- Roboter oder andere Fahrzeuge mit mehreren PIR-Sensoren weichen Personen aus. Sie können die Multi-Linse der Sensor-Module so modifizieren, daß nur eine Facette offen bleibt (den Rest z.B. zukleben), dadurch wird deren „Sichtbereich“ stark verengt. Wenn Sie nun mehrere solche Sensoren für verschiedene Richtungen einbauen und jeden an einen separaten Eingang des BASIC-Tigers® legen, bekommt der Roboter einen „Sinn“ für sich aus unterschiedlichen Richtungen nähernde

Personen. Sie können ihn dann z.B. so programmieren, daß er dann in eine freie Richtung „flüchtet“. Beachten Sie aber bei Ihren Experimenten, daß die Sensorflächen sehr empfindlich gegenüber Verschmutzung sind, z.B. auch durch Fett, das von der Haut abgesondert wird.

- Ein System mit BASIC-Tiger® soll nur dann arbeiten, wenn sich jemand nähert (z.B. für ein Anzeige-Terminal interessant). Der Sensor kann wegen seines geringen Strombedarfes mit einer 9V-Block-Batterie versorgt werden. Mit seinem Open-Collector-Ausgang schaltet er im Alarmfall die Stromversorgung für den BASIC-Tiger® ein, dieser zeigt seine Daten für eine festgelegte Zeit an. Danach schaltet sich das System wieder aus.

Viel Raum für interessante Experimente – nicht wahr?