

Geheimes sichern und Spione abwehren: Stiller Alarm

Projekte für Elektroneinsteiger

Teil 5

Ein stiller Alarm ist ein System, bei dem ein Signal oder eine Benachrichtigung diskret oder unauffällig ausgelöst wird. Im Gegensatz zur klassischen, lauten Sirene wird ein stiller Alarm oft in Situationen eingesetzt, in denen eine unauffällige Reaktion erforderlich ist, um beispielsweise die Sicherheitsleute oder die Polizei zu informieren, ohne potenzielle Eindringlinge zu warnen. Häufig werden auch in Geschäften oder Banken stille Alarmer eingesetzt, um Panik zu vermeiden. In diesem Fall werden Sicherheitspersonal oder Strafverfolgungsbehörden aktiviert, ohne die Aufmerksamkeit von Kunden oder Angreifern zu erregen. Auch in Krankenhäusern oder Pflegeeinrichtungen können stille Alarmer in Notfällen verwendet werden, um das medizinische Personal diskret zu benachrichtigen, ohne Unruhe bei Patienten oder Besuchern zu verursachen. Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich ist die Spionageabwehr. Hier ist man oft daran interessiert, die Personen aufzudecken, die unerlaubt Dokumente einsehen oder kopieren. Eine laute Alarmanlage würde den Angreifer hier nur vertreiben. Wird dagegen ein stiller Alarm ausgelöst, kann man sich diskret auf die Suche nach dem Eindringling begeben und ihn so dingfest machen.



Über den Autor

Dr. Günter Spanner ist als Autor zu den Themen Elektronik, Sensortechnik und Mikrocontroller einem weiten Fachpublikum bekannt. Schwerpunkt seiner hauptberuflichen Tätigkeit für verschiedene Großkonzerne wie Siemens und ABB ist die Projektleitung im Bereich Entwicklung und Technologiemanagement. Der Dozent für Physik und Elektrotechnik hat zudem zahlreiche Fachartikel und Bücher veröffentlicht sowie Kurse und Lernpakete erstellt.

Erforderliches Material:

- Magnetkontakt (Reedschalter) - kann als Sensor dienen, um festzustellen, ob eine Tür oder ein Fenster geöffnet wurde
- Erschütterungssensor
- Breadboard
- 2x Transistor BC547
- 2x LED mit Vorwiderstand
- 2x Widerstand 100 k Ω
- 1x Taster

Alarmsensoren

Ein stiller Alarm benötigt immer einen Alarmsensor. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Schaltkontaktstreifen, die beispielsweise beim Öffnen einer Schublade oder einer Schranktür einen Stromkreis schließen
- ein sogenannter Reedkontakt und ein Permanentmagnet
- ein Vibrations- oder Tiltsensor

Schaltkontaktstreifen können aus jedem Metall hergestellt werden. Sie müssen so an der zu sichernden Schublade oder Schranktür angebracht werden, dass sich ein Kontakt schließt, sobald die Schublade oder der Schrank geöffnet wird. Diese einfachste Version hat allerdings mehrere Nachteile:

- Die Kontaktstreifen können oxidieren, vor allem wenn die zu sichernden Türen nur selten geöffnet werden.
- Die Kontakte sind leicht zu entdecken. Ein unerwünschter Gast kann leicht die Sicherung bemerken und Gegenmaßnahmen ergreifen.

Diese Variante soll daher hier nicht weiter verfolgt werden. Wesentlich besser und auch moderner sind die anderen beiden Methoden, der Reedkontakt und der Erschütterungssensor.

Neben dem Sensor selbst wird auch eine Alarmschaltung benötigt. Diese sorgt dafür, dass die Information über den unbefugten Eingriff gespeichert wird. Beim Eigenbau eines Alarmsystems, insbesondere eines stillen Alarms, muss man bedenken, dass dies mit erheblichen rechtlichen und ethischen Überlegungen verbunden ist. Vor der Verwendung sollte man also genau überlegen, ob der Einsatz erlaubt und gerechtfertigt ist.

Hinweis:

Selbst gebaute Sicherheitseinrichtungen müssen in Übereinstimmung mit geltenden Gesetzen und Vorschriften stehen, ihre Verwendung sollte nur in ethisch vertretbaren Situationen erfolgen.

Die hier gezeigten Aufbauten sind lediglich experimenteller Natur. Sie dienen ausschließlich dazu, zu verstehen, wie ein stiller Alarm erstellt und angewendet werden kann.

Der Einsatz darf ausschließlich in einem kontrollierten, privaten Umfeld und unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen erfolgen. Zudem wird ein selbst erstelltes Sicherheitssystem kaum



Bild 1: Reedschalter

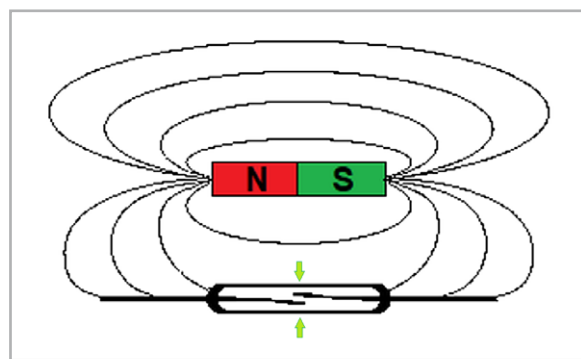


Bild 2: Reedkontakt mit Magnet

den Standards und Zertifizierungen entsprechen, die professionelle Systeme erfüllen müssen. Allein schon aus diesem Grund sind die hier vorgestellten Systeme nicht als Ersatz für professionelle Sicherheitseinrichtungen in kritischen Anwendungen geeignet.

Reedkontakt und Speicherschaltung

In der ersten Version einer stillen Alarmschaltung soll ein Reedschalter zum Einsatz kommen. Ein Reedkontakt ist ein elektronisches Schaltelement, das aus zwei dünnen Metallstreifen besteht, die in einem Glasrohr platziert sind (Bild 1). Wenn ein Magnet in die Nähe des Reedkontakts gebracht wird, wird dessen Magnetfeld auf die Metallstreifen übertragen. Die Metallstreifen werden durch das Magnetfeld magnetisiert und ziehen sich an. Dadurch schließen sich die beiden Metallstreifen und bilden einen elektrischen Kontakt (Bild 2). Der Kontakt bleibt jedoch nur geschlossen, solange das Magnetfeld vorhanden ist. Ein solcher Kontakt liefert also nur ein kurzzeitiges oder einmaliges Signal. Dieses muss also gespeichert werden, um einen stillen Alarm zu realisieren. Eine passende Schaltung dazu zeigt Bild 3.

Die Speicherschaltung für den stillen Alarm ist im Wesentlichen ein bistabiler Multivibrator mit zwei Transistoren. Die Schaltung ist auch als sogenanntes Flip-Flop bekannt. Die beiden Transistoren werden verwendet, um zwischen zwei stabilen Zuständen zu wechseln. Die bistabile Multivibratorschaltung mit zwei Transistoren verwendet Bipolartransistoren (z. B. NPN-Typen wie BC547). Jeder Transistor hat einen Basiswiderstand, der mit dem Kollektor des jeweils anderen Transistors verbunden ist. Die Schaltung hat so zwei stabile Zustände:

- „gesetzt“ („Set“)
- „nicht gesetzt“ („Reset“)

Es ergibt sich der folgende Funktionsablauf:

- Wenn der Set-Eingang, in dieser Anwendung also der Alarmsensor, aktiviert wird, wird der Transistor T2 gesperrt. Die Basis von Transistor T1 erhält damit eine positive Spannung und T1 leitet. Das Flip-Flop ist damit im Set-Zustand und die rote LED leuchtet.

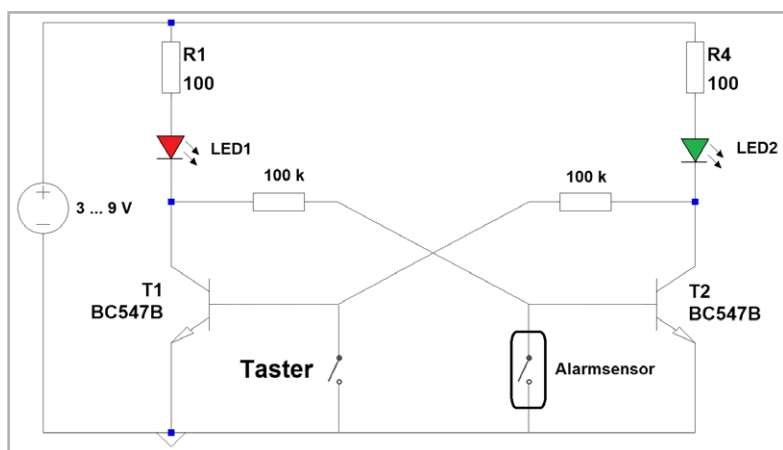


Bild 3: Speicherschaltung für einen stillen Alarm

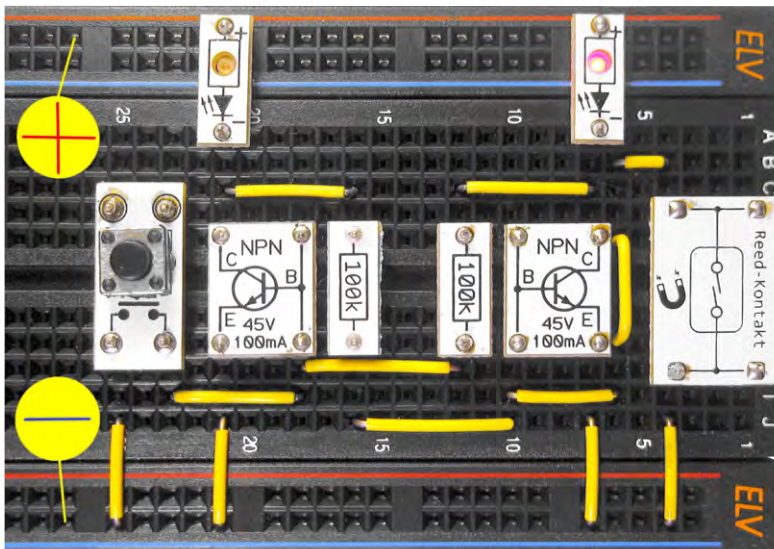


Bild 4: Aufbau zum Alarmspeicher

- Wenn der Reset-Eingang, also der Taster, betätigt wird, wird der Transistor T1 gesperrt und T2 wird entsprechend leitend. Dadurch wird das Flip-Flop in den Reset-Zustand geschaltet und die grüne LED leuchtet.

Durch kleine Produktionstoleranzen in den Bauteilen startet die Schaltung immer in einem bestimmten Zustand, z. B. als „nicht gesetzt“. Das bedeutet, dass einer der Transistoren leitend ist, während der andere gesperrt ist. Erst durch ein externes Signal wie einen kurzen Impuls an die Basis eines Transistors kann dieser Zustand umgeschaltet werden.

Der Impuls muss also immer an die Basis des leitenden Transistors geleitet werden und ihn so sperren. Dadurch erhält der andere Transistor eine positive Basisspannung und wird leitend. Dieser Zustand wird so lange aufrechterhalten, bis ein weiteres Signal eintrifft. Die Schaltung bleibt also in einem der beiden stabilen Zustände, bis ein externes Steuersignal dazu führt, dass die Schaltung den Zustand wechselt.

In der Beispielschaltung werden die Steuersignale über einen Taster und den Alarmsensor erzeugt. Der Alarmsensor bringt die Schaltung in den gesetzten Zustand. Mit dem Taster kann dieser Zustand wieder

gelöscht werden („nicht gesetzt“). Bild 4 zeigt einen Aufbauvorschlag zur Schaltung. Bei Batteriebetrieb (3–9 V) mit AA- oder AAA-Zellen läuft die Schaltung problemlos über mehrere Wochen hinweg.

Praxiseinsatz

Der Reedschalter wird so montiert, dass z. B. beim Öffnen einer Schublade ein Dauermagnet am Sensor entlanggeführt wird (Bild 5).

Für reale Anwendungen müssen Magneten und Kontakte so angebracht werden, dass sie von einem Unbefugten nicht entdeckt werden. Die Schaltung selbst wird dann ebenfalls versteckt angebracht, z. B. an der Unterseite der Schublade. Nach dem Einschalten wird die Elektronik durch Drücken des Tasters in den Zustand „nicht gesetzt“ gebracht. Nun ist die Schaltung scharf.

Man kann dann in regelmäßigen Zeitabständen überprüfen, welche LED leuchtet. Wenn die grüne LED eingeschaltet ist, ist alles in Ordnung. Kein Eindringling hat die Schublade oder Tür in Abwesenheit des rechtmäßigen Besitzers geöffnet.

Entdeckt man jedoch, dass die rote LED leuchtet, so muss man davon ausgehen, dass die Lade unbefugt geöffnet wurde. Nun ist Detektivarbeit gefragt. Durch Untersuchungen wie z. B. Befragung von Mitbewohnern kann man nun herausfinden, wer der Eindringling gewesen sein könnte.

Sicherung mit Erschütterungssensoren

Klassische Tilt-, Neigungs- oder Erschütterungssensoren enthalten eine frei bewegliche Metallkugel und zwei oder mehrere Kontaktstifte. Je nach Lage und Orientierung des Sensors schließt die Kugel die Kontakte oder sie bleiben offen. Bild 6 verdeutlicht das Prinzip, Bild 7 zeigt eine reale Ausführung eines solchen Sensors.

Der Kipp- oder Tiltsensor gehört zu den technisch einfachsten Sensorarten. Mit ihm kann die Lage eines Objekts bestimmt werden. Bild 6 zeigt die möglichen Sensorzustände:

- A: Kontakt geschlossen
- B: Kontakt öffnet sich
- C: Kontakt offen

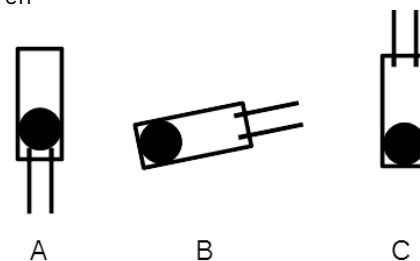


Bild 6: Prinzip eines Tiltsensors

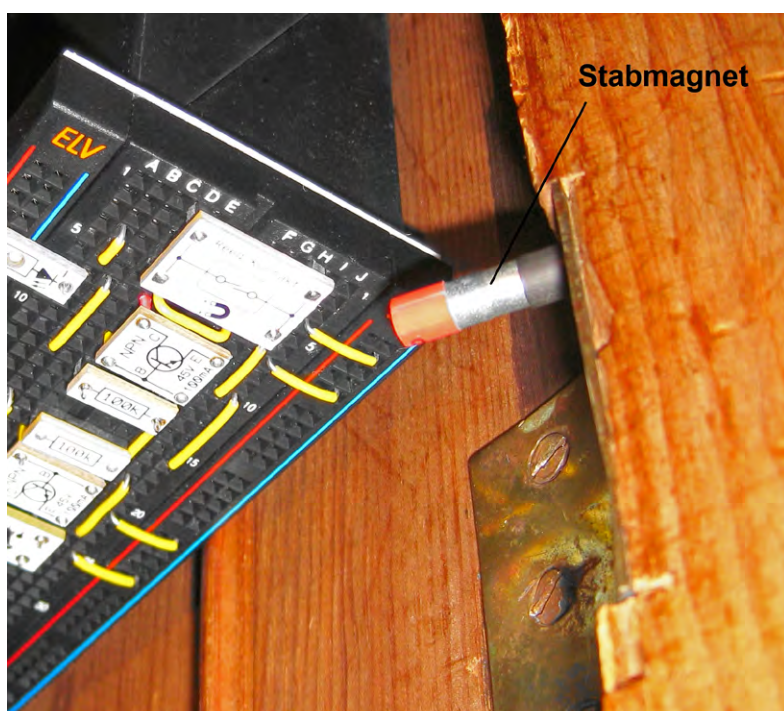


Bild 5: Sicherung mit einem Reedkontakt



Bild 7: Tiltsensor

Darüber hinaus gibt es speziellere Varianten, die mehrere Kugeln enthalten und optimierte Kontaktanordnungen aufweisen. Diese Sensoren verhalten sich wie ein normalerweise geschlossener Schalter, der sich bei Neigung oder Vibration öffnet. Im Gegensatz zu anderen Kugelsensoren ist diese Variante jedoch ein echter omnidirektionaler Bewegungssensor. Er funktioniert unabhängig von seiner Montageposition oder Ausrichtung. Bei Bewegung erzeugt er kontinuierliche Ein-/Aus-Kontaktschließungen. Der Sensor reagiert sowohl auf Neigung (statische Beschleunigung) als auch auf Vibration (dynamische Beschleunigung).

Die erste Variante kann direkt im stillen Alarm eingesetzt werden. Der Sensor kann anstelle des Reedschalters in die Schaltung nach Bild 4 eingebaut werden. Die Anwendung der Schaltung ist ähnlich. Nach dem Drücken des Reset-Tasters ist die Schaltung aktiv. Im Gegensatz zum Reedkontakt wird nun jedoch kein Magnet benötigt. Der Sensor reagiert bereits auf geringste Erschütterungen. Wird er z. B. versteckt in einer Schublade deponiert, zeigt er zuverlässig an, ob diese seit dem letzten Reset bewegt wurde. Die Anwendung ist deutlich einfacher als beim Reedschalter. Die Anbringung eines Magneten entfällt. Es genügt, wenn der Sensor z. B. an der Unterseite der zu sichernden Schublade befestigt wird. Nach dem Schließen der Schublade wird der Reset-Taster betätigt und der stille Alarm ist scharf geschaltet. Nun wird jede unbefugte Bewegung registriert und dem rechtmäßigen Eigentümer angezeigt.

Die Familie der Multivibratoren

Multivibratoren sind eine Schaltungsfamilie in der Elektronik, die jeweils eine spezielle Signalform erzeugen. Die Gruppe der Multivibratoren umfasst drei Haupttypen:

- astabile Multivibratoren
- monostabile Multivibratoren
- bistabile Multivibratoren

Ein **astabiler Multivibrator** erzeugt eine rechteckförmiges Ausgangssignal. Er besteht aus zwei gegenseitig verkoppelten RC-Gliedern und zwei Schmitt-Trigger-Invertern. Der Ausgang wechselt fortwährend zwischen den beiden möglichen Zuständen (nahezu 0 V und annähernd Betriebsspannung). In diesem Sinne hat der astabile Multivibrator keine feste Ruheposition. Diese Art von Multivibrator wird oft für die Takterzeugung und in Signalgeneratoren eingesetzt. Im ersten Artikel zu dieser Serie wurde der astabile Multivibrator als Blinker (niedrige Frequenz) und Sirene (hohe Frequenz) verwendet.

Ein **monostabiler Multivibrator** erzeugt dagegen einen einzelnen Puls als Antwort auf einen externen Auslöse-Trigger. Er besteht aus einem RC-Glied und einem Schmitt-Trigger. Der Multivibrator bleibt in einem stabilen Zustand, bis er durch einen externen Triggerpuls aus seinem Ruhezustand gebracht wird. Nach dem Auslösen kehrt der Multivibrator nach einer bestimmten Zeit von selbst in seinen stabilen Zustand zurück. Monostabile Multivibratoren

werden oft in Anwendungen wie Pulsbreitenmodulation (PWM), Impulserzeugung und Zeitverzögerungsschaltungen eingesetzt. Im dritten Beitrag dieser Artikelserie (Automatische Nachttischlampe und Zahnputzuhr) wurde der monostabile Multivibrator zum Erzeugen genau definierter Zeitintervalle verwendet.

Der **bistabile Multivibrator** schließlich ist der dritte Typ von Multivibratoren in der Elektronik.

Im Gegensatz zu astabilen und monostabilen Multivibratoren behält ein bistabiler Multivibrator ohne äußere Einflüsse immer einen von zwei stabilen Zuständen bei. Bistabile Multivibratoren finden in der digitalen Schaltungstechnik Anwendung, insbesondere in Speicherzellen von Computern und anderen digitalen Systemen. Sie dienen als grundlegende Bausteine für die Speicherung von Daten in Form von Bits. Bistabile Multivibratoren spielen damit eine entscheidende Rolle in der digitalen Schaltungstechnik und sind unverzichtbar für die Entwicklung von Speicher- und Registerstrukturen. Der in diesem Artikel vorgestellte stille Alarm ist nur eine der vielen bedeutenden Anwendungen des bistabilen Multivibrators.

Diese drei Grundtypen von Multivibratoren sind wichtige Bausteine der elektronischen Schaltungstechnik. Ihre Anwendungsbereiche erstrecken sich über verschiedenste Bereiche der Elektronik von der Signalgenerierung bis zur Zeitsteuerung, von Alarmanlagen bis hin zu Computerspeichern. Damit zählen die drei Multivibratoren zu den wichtigsten Schaltungselementen in der Elektronik.

Experimente und Anregungen

- Welche Reichweite kann man mit dem Reedschalter erzielen, d. h., ab welcher Entfernung zwischen Magnet und Sensor schaltet der Kontakt?
- In welcher Position reagiert ein Tilt-Sensor am empfindlichsten?
- Was kann man daraus über seinen inneren Aufbau lernen?
- Welche Anwendungen könnte es noch für das Flip-Flop geben? (elektronischer „Merkzettel“, elektronisches „Zimmer frei“-Schild ...)
- Wie kann man einen Schalter einsetzen, der im Normalzustand geschlossen ist und bei Aktivierung kurz öffnet? Ein solcher Sensor (Bild 8) ist z. B. im PAD-PRO-EXSB Professional Set enthalten. Wie kann dieser am Alarmsensor verwendet werden?

Ausblick

Nachdem in diesem Artikel mit dem bistabilen Multivibrator die Grundlagen der Impulserzeugung und -steuerung abgeschlossen wurden, wird im nächsten Beitrag der Einsatz von optischen Sensoren behandelt. So kann mithilfe einer lichtempfindlichen Photodiode z. B. eine automatische Notbeleuchtung aufgebaut werden. Diese schaltet sich selbstständig ein, sobald die Hauptbeleuchtung ausfällt. Es können damit aber auch ein Dämmerungsschalter oder ein Luxmeter zur Messung der Beleuchtungsstärke an einem Arbeitsplatz realisiert werden.

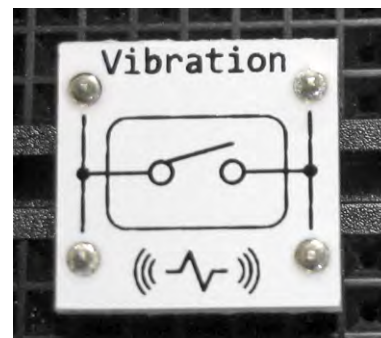


Bild 8: Vibrationssensor aus dem PAD-PRO-EXSB Professional-Set

Breadboard mit 830 Kontakten	Artikel-Nr. 250986
ELV Experimentierset Professional PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 158980
einzelner Reedschalter	Artikel-Nr. 029167