



Für jedes Funksystem geeignet

Damit nichts verloren geht – Ortungspieper für Modellbau

Der Ortungspieper ist oft die letzte Rettung, wenn es darum geht, ein abgestürztes Flugmodell wiederzufinden. Das wesentlich Neue an unserer Schaltung ist, dass sie mit jeder Art von Modellen funktioniert, unabhängig vom verwendeten Funksystem, weil sie autark mit einem Beschleunigungssensor arbeitet. Findet nach einer definierten Zeit keine Bewegung des Modells statt, wird der Alarm ausgelöst. Ein Plus der Schaltung ist die Batterie/Akku-Überwachung, deren Schaltschwelle in 15 verschiedenen Stufen einstellbar ist.

Unabhängig mit Beschleunigungssensor

Jeder Modellflieger kennt das Problem: Ein unachtsames Flugmanöver, eine Windböe oder ein zu schwacher Akku, und schon ist das Flugmodell außer Kontrolle und stürzt unkontrolliert ab. Gerät das Modell außer Reichweite, kann auch das zum Absturz führen. In einem übersichtlichen Gelände ist das Wiederauffinden des Modells kein Problem. Ist die ungewollte „Notlandung“ jedoch in unzugänglichem und schwer einsehbarem Bereich, wie z. B. einem Maisfeld, erfolgt, wird das Auffinden fast zur Glückssache, zumal wenn man allein ist. Für solche Einsatzfälle gibt es Ortungspieper. Diese Schaltungen sind schon seit Jahren am Markt und

für wenig Geld zu haben. Die handelsüblichen Ortungspieper werden mit der Fernsteueranlage verbunden und werten das vom Empfänger kommende Servo-Steuersignal aus. Fehlt dieses Signal, weil z. B. der Sender abgeschaltet wurde oder sich das Flugmodell außer Reichweite befindet, wird ein Alarm in Form eines lauten akustischen Signals ausgelöst. All diesen Schaltungen ist eines gemein: Sie müssen auf die Fernsteueranlage bzw. auf die Modulationsart abgestimmt sein. Denn hier gibt es mittlerweile sehr viele Varianten, angefangen von normaler AM- bis hin zur PCM-Modulation. Das Servo-Steuersignal ist zwar genormt und, unabhängig von der Modulationsart, immer gleich. Bei modernen Fernsteueranlagen mit PCM- oder PPM-Modulation ist eine Detektierung des Servosignals bzw. die Feststellung, ob ein solches vorhanden ist, jedoch nicht ohne weiteres möglich, denn bei schlechten Empfangsverhältnissen wird das Servosignal automatisch vom Empfänger generiert (Fail-Save-Funktion, um kurze Empfangsausfälle zu überbrücken), es setzt also niemals komplett aus.

Die hier vorgestellte Schaltung ist unabhängig vom verwendeten Funksystem und arbeitet mit hochmoderner, aber dennoch erschwinglicher Technik. Zum Einsatz kommt ein sogenannter 3-Achsen-Beschleunigungssensor, der in der Lage ist, Bewegungen durch Auswertung von Beschleunigungskräften zu erfassen. Ist das Modell 5 Minuten lang nicht in

Technische Daten: OPM1

Spannungsversorgung:	4–24 Vdc
Stromaufnahme:	0,2 mA
Spannungsüberwachung:	4–19,2 V, in 15 Stufen einstellbar
Time-out:	5 Minuten
Abmessungen:	28 x 12 mm

Bewegung (Time-out), d. h. der Standort ändert sich nicht, wird ein optisches und akustisches Signal erzeugt. Durch diese Schaltungstechnik ist man völlig unabhängig von der Funksteueranlage, denn es wird nur die Bewegung des Modells ausgewertet. Zusätzlich ist eine Spannungsüberwachung integriert, die die Bordspannung des Modells überwachen kann. Sie kann quasi alle üblichen Bordspannungen, angefangen von 4 x 1,2 V (NiCd-/NiMH-Zellen) bis zu 6 x 3,7 V (LiPo) überwachen und ist durch Jumper leicht an diese anpassbar. Bei Unterschreiten der jeweils zugehörigen Schaltschwelle gibt der Ortungspieper ebenfalls einen akustischen Alarm aus (siehe Abbildung 1).

3-Achsen-Beschleunigungssensor

Der hier verwendete Sensor wird vor allem in Mobiltelefonen, Digitalkameras, Spielkonsolen usw. eingesetzt, um das Display automatisch an die Geräteposition anzupassen. Wird das Gerät durch den Anwender gedreht, dreht sich der Bild-

schirminhalt gleichzeitig mit. Bedingt durch die hohen Produktionsstückzahlen sind diese modernen Sensoren relativ preiswert geworden und finden deshalb auch Einzug in den Hobbyelektronikbereich.

Der BMA020 ist ein linearer Beschleunigungssensor, der in drei Achsen (X-, Y- und Z-Achse) gleichzeitig misst und damit lineare Bewegungsänderungen im Raum erkennen kann. Selbst wenn der Sensor nicht bewegt wird, kann eine Beschleunigung von 1 g gemessen werden, die in Richtung Erdmittelpunkt zeigt. Dabei handelt es sich um die allgegenwärtige Erdschwerebeschleunigung ($1 g = 9,81 \text{ m/s}^2$, „Erdbeschleunigung“), die in Z-Richtung wirkt. In Abbildung 2 sind die Bewegungsrichtungen, die der Sensor erfassen kann, dargestellt.

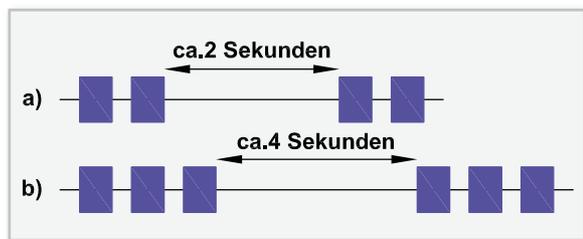


Bild 1: Signalsequenzen für a) Low-Bat und b) Ortungsalarm

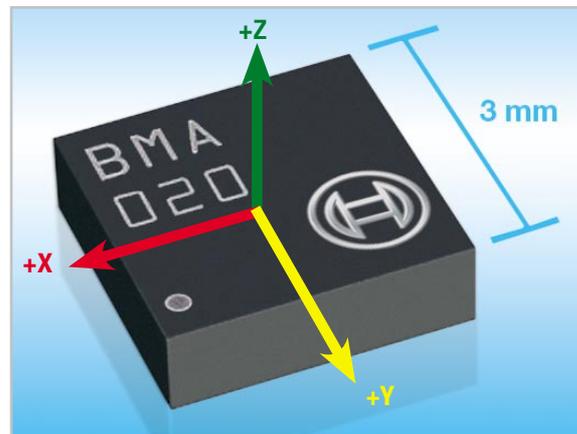


Bild 2: Der lineare Beschleunigungssensor BMA020

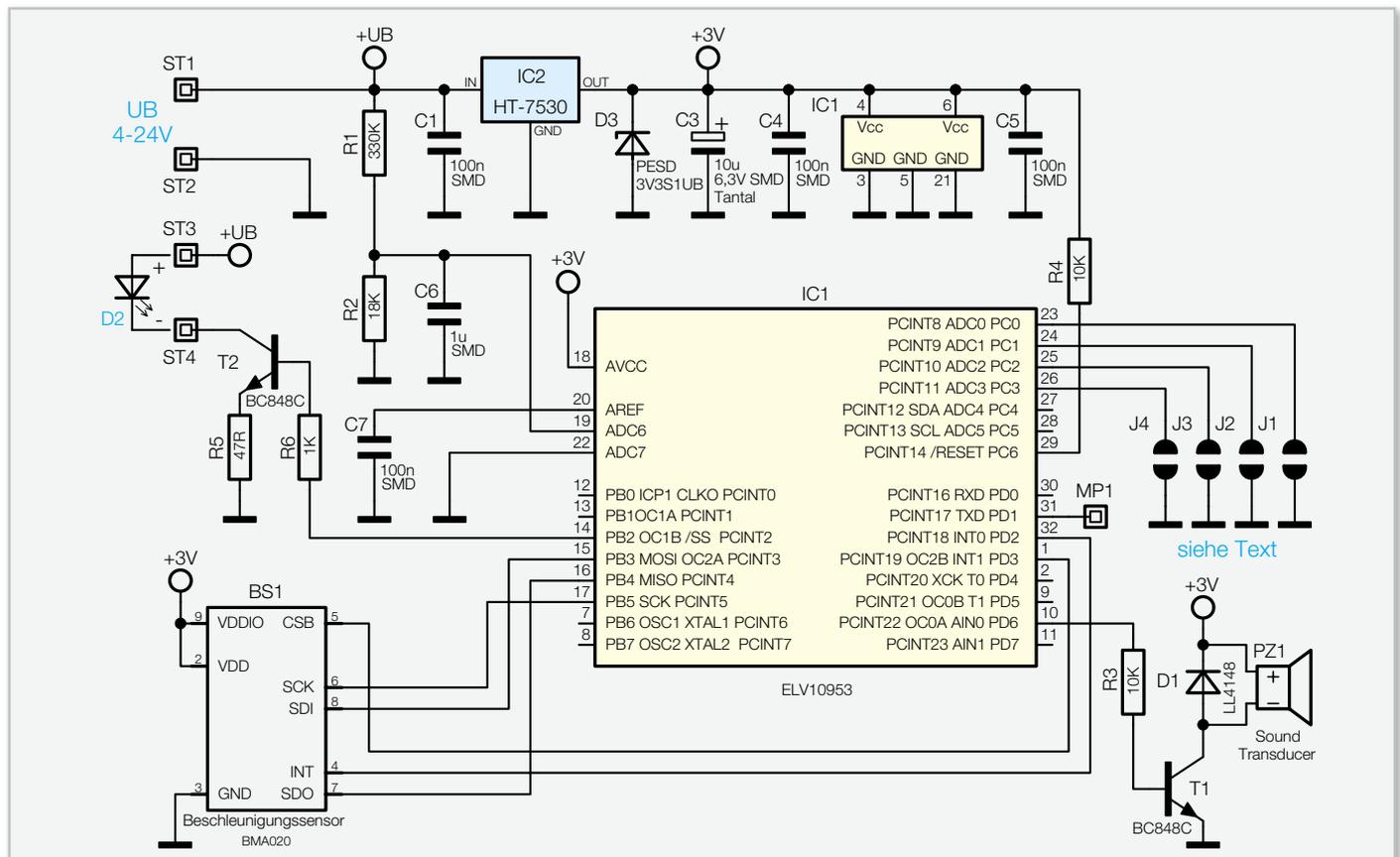
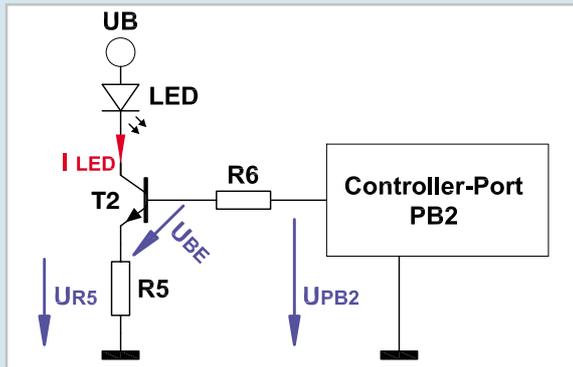


Bild 3: Schaltbild des Ortungspiepers

Elektronikwissen – einfache Stromsenke für LEDs



LEDs werden bekanntlich mit einem Vorwiderstand betrieben bzw. der Strom muss durch entsprechende Schaltungsmaßnahmen begrenzt werden. Bei einer konstanten Versorgungsspannung lässt sich der Strom einfach mittels eines Vorwiderstands begrenzen. Bei unterschiedlichen Betriebsspannungen führt dies jedoch zu einer Stromänderung. Möchte man in diesem Fall den LED-Strom konstant halten, wird eine Stromsenke oder -quelle benötigt. Der obenstehende Schaltungsausschnitt aus unserer Schaltung zeigt, wie man eine Stromsenke ohne großen Bauteileaufwand realisieren kann.

Wird über den Widerstand R 6 eine Spannung an die Basis des Transistors angelegt, fließt ein Basisstrom, wodurch die Kollektor-Emitter-Strecke leitend wird. Infolgedessen fließt auch ein Strom durch die LED, T 2 und den Widerstand R 5. Der Effekt dieser kleinen Schaltung ist der, dass auch bei unterschiedlicher Betriebsspannung U_B der LED-Strom trotz-

dem konstant bleibt! Aber weshalb? Die Lösung ist ganz einfach und lässt sich, wie so vieles in der Elektrotechnik, relativ einfach mit dem ohmschen Gesetz erklären.

Die Ausgangsspannung am Mikrocontroller-Port PB 2 bleibt immer konstant auf 3 V (High-Pegel), da der Controller mit einer stabilisierten Betriebsspannung versorgt wird. Ziehen wir die Spannung der Basis-Emitter-Strecke (ca. 0,6 bis 0,7 V) ab, ergibt sich eine Spannung von ca. 2,3 V (U_{R5}), die sich über dem Widerstand R 5 einstellt. Für unsere folgende Berechnung lassen wir den Basisstrom außer Betracht, da dieser gegenüber dem Kollektorstrom relativ klein ist. Auch der Widerstand R 6 braucht deshalb nicht berücksichtigt zu werden.

Der Strom durch T 2 und R 5 ist somit auch der LED-Strom. Dieser Strom lässt sich wie folgt berechnen:

$$I_{LED} = I_{CE} = I_{R5} = \frac{U_{R5}}{R5} = \frac{2,3V}{47\Omega} = 48,9 \text{ mA}$$

Wir sehen, dass die Betriebsspannung U_B nicht in dieser Formel auftaucht. Da wir zwei Variablen in dieser Gleichung haben, deren Werte sich nicht ändern, nämlich den Widerstandswert von R 5 und die Spannung (U_{R5}) an diesem Widerstand, ist infolgedessen auch der LED-Strom konstant!

Da die LED in unserer konkreten Schaltung nur pulsartig angesteuert wird, schadet dieser relativ hohe LED-Strom der LED nicht. Im Dauerbetrieb sollte eine LED mit einem Strom von 10 bis 20 mA betrieben werden.

Die im Chip integrierte Elektronik erfasst die Änderungen in der X-, Y- und Z-Achse und stellt sie in Speicherregistern als digitale Messwerte zum Auslesen zur Verfügung.

Schaltung

In Abbildung 3 ist das Schaltbild des OPM1 dargestellt. Kern und somit Hauptelement der Schaltung ist ein Mikrocontroller (IC 1) vom Typ ATmega88V.

Der Beschleunigungssensor BS 1 (BMA020) kommuniziert über den SPI-Bus mit dem Mikrocontroller. Die Daten (Beschleunigungswerte für die Achsen X, Y und Z) werden in bestimmten Zeitintervallen vom Beschleunigungssensor angefordert und ausgewertet. Tritt keine Änderung der Daten (in einem Zeitfenster von 5 Minuten) auf, erfolgt die Freigabe des Alarms. Als akustischer Alarmgeber dient der Signalgeber (Sound-Transducer) PZ 1, der über T 1 vom Mikrocontroller angesteuert wird. Über ST 3 und ST 4 kann man eine externe LED anschließen. Damit die Helligkeit der LED auch bei unterschiedlichen Betriebsspannungen konstant bleibt bzw. die LED nicht überlastet wird, wird diese mit einem konstanten Strom betrieben. Der Transistor T 2 arbeitet zu diesem Zweck als Stromsenke. Wie dies genau funktioniert, ist im Kasten „Elektronikwissen“ erklärt.

Der im Controller integrierte 10-Bit-A/D-Wandler wird zur Spannungsüberwachung eingesetzt. Die Eingangsspannung

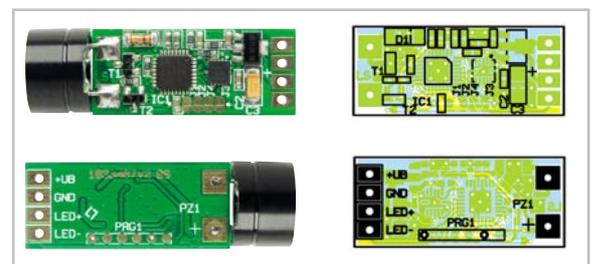
der Schaltung an ST 1 und ST 2 wird zunächst über den Spannungsteiler R 1 und R 2 heruntergeteilt und gelangt dann auf den A/D-Wandler-Eingang ADC 7 des Controllers.

Die zur Spannungsversorgung des Mikrocontrollers erforderliche Betriebsspannung von 3 V wird durch den Spannungsregler IC 2 stabilisiert.

Nachbau und Installation

Die Schaltung ist auf einer doppelseitigen Platine mit den Abmessungen 28 x 12 mm untergebracht. Wegen der extrem kleinen Bauform der SMD-Bauteile (Bauform 0603 und 0402) sind diese Komponenten schon vorbestückt.

Speziell der Mikrocontroller mit seinem MLF-Gehäuse ist von Hand kaum noch aufzulöten. Lediglich der Signalgeber PZ 1



Ansicht der fertig bestückten Platine des OPM1 mit dem zugehörigen Bestückungsplan, oben die SMD-Seite, unten die Unterseite

muss mit der Platine polrichtig verlötet werden (siehe Abbildung 4). Die Verbindung mit der LED erfolgt mittels zweier Leitungen (rot und schwarz). Hierbei ist auf die richtige Polung zu achten (siehe Anschlussschema, Abbildung 5). Die Anode (+) der LED ist durch den etwas längeren LED-Anschluss erkennbar. Bei einer 5-mm-LED ist zusätzlich die Kathode (-) durch eine abgeflachte Seite gekennzeichnet.

Bevor man die Schaltung zum Schutz gegen äußere Einflüsse „einschrumpft“, sollten die Lötbrücken zur Spannungsüberwachung gesetzt sowie ein Funktionstest durchgeführt werden. In der Tabelle 1 sind die Schaltschwellen und die dazugehörigen Kombinationen der Brücken J 1 bis J 4 dargestellt. Möchte man die Spannungsüberwachung nicht nutzen, bleiben alle Brücken offen. Die Spannungsangabe in der linken Spalte stellt die eigentliche Schaltschwelle dar, unterhalb der ein Alarm ausgelöst wird. In der rechten Spalte ist jeweils die dazu passende Akkukombination mit der Nennspannung dargestellt. Somit braucht man nicht mühevoll die Schaltschwelle auszurechnen, sondern kann gleich anhand des Akku-Typs und der Anzahl der Zellen die richtige Kombination der Lötbrücken ermitteln.

In Abbildung 5 ist ein typisches Anschlussbeispiel dargestellt. Wie man erkennt, ist die Schaltung nur mit dem Flug-Akku verbunden. Wer zusätzlich eine Abschaltmöglichkeit benötigt, kann den beiliegenden Schiebeschalter in die Versorgungsleitung einbauen.

Hinweis: Wird eine Spannungsquelle verwendet, die eine Leistung von mehr als 15 Watt bereitstellt, ist aus Sicherheitsgründen eine Sicherung (ca. 0,25 A) in die Versorgungsleitung einzubringen.

Falls man keine Spannungsüberwachung des Hauptakkus benötigt, kann man dem Ortungspieper auch einen eigenen Akku bzw. eine Batterie spendieren. Hiermit wird sichergestellt, dass der Ortungspieper auch bei leerem Hauptakku noch funktionsfähig ist. Es sollte hierfür ein Akku oder eine Batterie mit einer minimalen Spannung von 4,5 V zum Einsatz

kommen. Natürlich kann die Spannung dieser zusätzlichen Spannungsquelle auch überwacht werden. Nach einem erfolgreichen Funktionstest wird die Schaltung in dem beiliegenden Schrumpfschlauch eingeschweißt. Dies erfolgt am besten mit einem Föhn oder einer Heißluftpistole. **ELV**

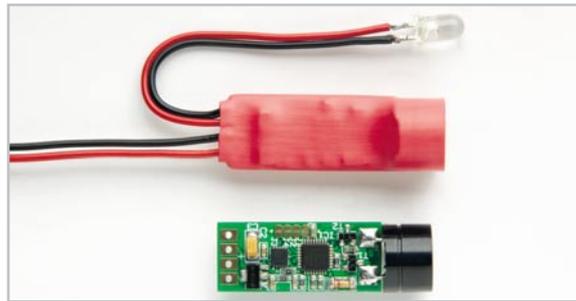


Bild 4: Fertig aufgebaute Schaltung mit und ohne Schrumpfschlauch

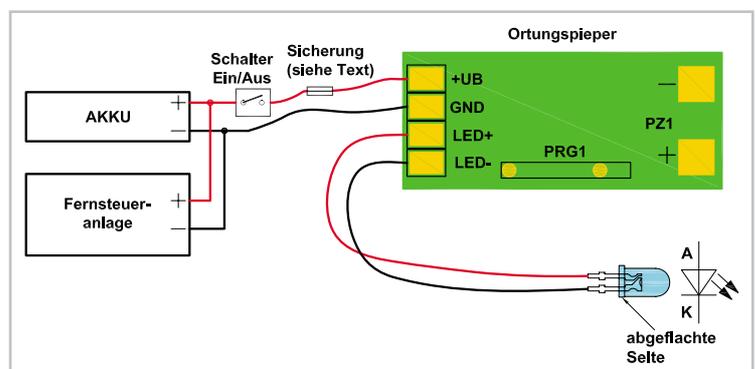


Bild 5: Typisches Anschlussschema des OPM1

Tabelle 1: Codierung der Schaltschwelle

Schalt-schwelle	J4	J3	J2	J1	Akku-Nenn-spannung	Zellen/Typ
					–	ausgeschaltet
4,0 V				x	4,8 V	4x NiCd
5,0 V			x		6,0 V	5x NiCd
6,0 V			x	x	7,2 V	6x NiCd/2x Li-Ion
6,4 V		x			7,4 V	2x LiPo
7,0 V		x		x	8,4 V	7x NiCd
8,0 V		x	x		9,6 V	8x NiCd
9,0 V		x	x	x	10,8 V	9x NiCd
9,6 V	x				11,1 V	3x LiPo
10,0 V	x			x	12,0 V	10x NiCd
12,4 V	x		x		14,4 V	4x Li-Ion
12,8 V	x		x	x	14,8 V	4x LiPo
15,5 V	x	x			18,0 V	5x Li-Ion
16,0 V	x	x		x	18,5 V	5x LiPo
18,6 V	x	x	x		21,6 V	6x Li-Ion
19,2 V	x	x	x	x	22,2 V	6x LiPo

Stückliste: OPM 1

Widerstände:

47 Ω/SMD	R5
10 kΩ/SMD	R3, R4
33 kΩ/SMD	R2
330 kΩ/SMD	R1

Kondensatoren:

100 nF/SMD	C1, C4, C5, C7
1 µF/SMD	C6
10 µF/6,3 V/Tantal/SMD	C3

Halbleiter:

ELV10953 (ATmega88V)	IC1
HT7530/SMD	IC2
BC848C	T1, T2
LL4148	D1
LED, 3 mm, Blau, super hell	D2
PESD3V3S1UB	D3

Sonstiges:

Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
BMA020/SMD	BS1
50 cm flexible Leitung, Rot	
50 cm flexible Leitung, Schwarz	
4 cm Schrumpfschlauch, ø 12,7 mm, Rot	