Best.-Nr.: 57267
Version 1.4
Stand: November 2017

Berührungsloser Taster BLT 1

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany

E-Mail: technik@elv.de

Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV Shop: www.elv.de ...at …ch

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

---

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!
Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.de

Die Änderung der Kapazität einer Sensorfläche bei der Annäherung der menschlichen Hand wird von dieser kleinen Schaltung erfasst und als Schaltsignal ausgegeben. Durch die Montage der Sensorfläche hinter isolierenden Materialien wie z. B. in Kunststoffgehäusen oder hinter Fliesen lässt sich so ein verschleißfreier, vandalismussicherer und vor Staub und Feuchte geschützter Schalter realisieren. Die sehr geringe Stromaufnahme von nur wenigen Mikroampere ermöglicht zudem den Einsatz auch innerhalb batteriebetriebener Applikationen.

Schalten wie von „Geisterhand“

Schalter und Taster stellen die Verbindung zwischen einem elektronischen Gerät und dem Bediener her. Wie bei allen mechanischen Bauteilen treten jedoch auch hier typische Probleme auf, z. B. durch Verschleiß und Verschmutzung. Insbesondere bei Anwendungen mit speziellen Anforderungen wie etwa Staub- und Wasserdichtigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Vandalismus und chemische Stoffe oder gar Explosionsschutz ist eine zuverlässige Lösung mit mechanischen Schaltern und Tastern nur mit hohem Aufwand zu erreichen.

Eine sehr praktische Alternative stellen kapazitive Näherungsschalter dar. Sie registrieren die Änderung der Kapazität einer Sensorfläche durch ein sich näherndes Objekt wie beispielsweise die menschliche Hand. Ursächlich für diese Kapazitätsänderung ist die Tatsache, dass sich die Dielektrizität der Hand wesentlich von der Dielektrizität der Luft unterscheidet.

Bei konventionellen kapazitiven Näherungsschaltern wird lediglich der Absolutwert der Kapazität ermittelt und aus dem Vergleich mit einer Schaltschwelle der Schaltzustand generiert. Solche Verfahren erfordern einen recht hohen Abgleich-Aufwand und sind empfindlich gegen Störeinflüsse wie Temperaturschwankungen oder aber eine Veränderung der Sensorkapazität durch Verschmutzung oder Feuchtigkeit.

Der für unsere Schaltung verwendete Baustein arbeitet nach einem wesentlich besseren, patentierten Prinzip, dem so genannten Edisen-Verfahren. Hierbei wird nicht der Absolutwert der Kapazität ermittelt, sondern lediglich die Umladezeit der Kapazität mit einem laufend nachgeführten Referenzwert verglichen. Hierbei erfolgt eine Bewertung nach dem Kriterium Messwert kleiner (= Low) oder größer (= High) Referenzwert. Die hierbei entstehende serielle Folge von Low- und High-Signalen wird mit dem Muster verglichen, das eine sich nähernde Hand verursacht, und bei Übereinstimmung eine Schalthandlung ausgelöst. Langsame Änderungen der Kapazität, wie sie z. B. von sich ändernden Umgebungsbedingungen verursacht werden, oder auch sehr kurze Störsignale, wie z. B. eine elektrostatische Entladung, führen hingegen zu keiner Schalthandlung.

Vervollständigt wird diese intelligente Lösung durch die Möglichkeiten der sehr flexiblen Ausführung, Größe und Platzierung der Sensorfläche.

Ausführung der Sensorfläche

Denn neben der Möglichkeit, die Sensorfläche umittelbar im Verbund mit der Auswerteschaltung zu platzieren, kann diese auch abgesetzt (exportiert) von der Elektronik angeordnet werden. Zur Verbindung ist dann eine dünne Koaxialleitung, etwa das oft für Handy-Antennenkabel

Technische Daten:

Versorgungsspannung:	4–20 V DC
Stromaufnahme:	6 µA (typ., Last aus)
Laststrom:	max. 200 mA
Abmessungen:	25,5 x 39,5 mm

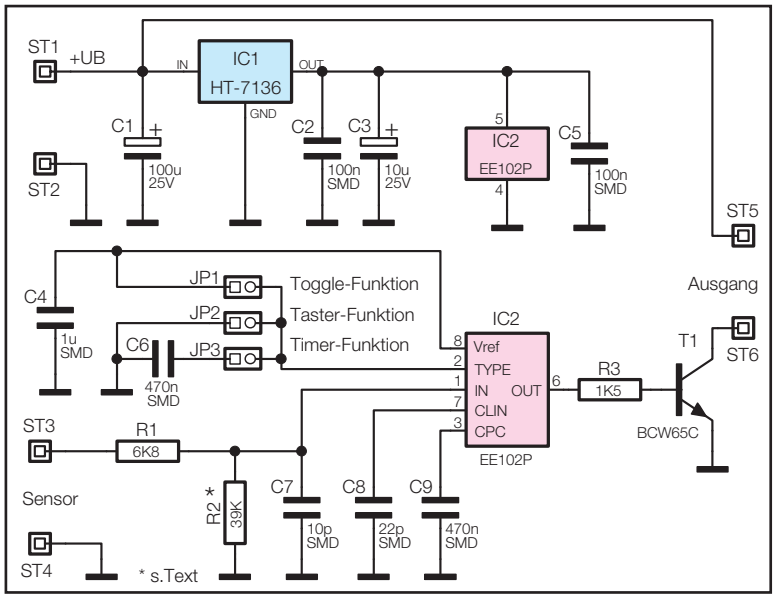


Bild 1: Schaltbild des berührungslosen Tasters

verwendete RG 174, zu verwenden. Damit ist eine Installation selbst bei beengten Platzverhältnissen möglich. Quasi jede Außenfläche des Gehäuses kann zur Sensorfläche gemacht werden. Ein Aufteilen auf zwei getrennte Bereiche ist ebenso möglich wie das Anformen an Rundungen des Gehäuses.

Das Design muss nicht nach Standardtastern und Schaltern ausgerichtet werden, und Durchbrüche sind nicht erforderlich. Durch diese Eigenschaft ist es auch möglich, Schaltflächen, etwa hinter Fliesen oder Wandverkleidungen, erstens unsichtbar und zweitens sicher gegen z. B. Feuchtigkeitseinflüsse unterzubringen.

Wirft man schon einmal einen Blick auf das Schaltbild in Abbildung 1, sieht man auch den Sensoreingang ST3, an den entweder die Sensorfläche direkt oder der Mittelleiter des Koaxialkabels anzuschließen ist. Dessen Abschirmung wäre dann mit ST 4 zu verbinden.

Die Sensorfläche kann als einfache leitende Fläche z. B. in Form einer Weißblechplatte ausgeführt werden. An diese wird dann nur der innere Leiter des Koaxialkabels angelötet, die Abschirmung bleibt offen. Alternativ kann man auch eine beidseitig mit Kupfer kaschierte Leiterplatte als Sensorfläche verwenden. Hier wird dann die äußere, zum Bediener weisende Fläche mit dem inneren Leiter verbunden und die andere Seite der Leiterplatte mit der Abschirmung. Diese Ausführung kann z. B. dann vorteilhaft sein, wenn der Sensor an der Gehäusewand eines Gerätes montiert wird, das in seinem Inneren elektromagnetische Störungen verursacht und damit die Funktion des berührungslosen Tasters beeinträchtigt. Bei der doppelseitigen Ausführung ist zu beachten, dass diese eine nicht unerhebliche Kapazität darstellt und eine Kompensation über R 2 erforderlich wird.

Selbst diese wenigen Beispiele zeigen auf, welche Möglichkeiten, Sensorflächen zu erstellen, sich hier bieten.

Wer mehr zu den Grundlagen der interessanten Technik der kapazitiven Näherungssensoren erfahren möchte, dem sei die Lektüre von [1] empfohlen.

Schaltungsbeschreibung

Zentrales Bauelement der Schaltung (Abbildung 1) ist IC2. Es enthält alle zur Realisierung der Funktion erforderlichen Baugruppen wie Takterzeugung, Zeitvergleicher, Auswertestufe usw. und benötigt nur eine minimale externe Beschaltung. Die Sensorfläche ist über ST3 und R1 mit dem Eingang Pin 1 verbunden. R1 bildet hierbei in Verbindung mit C7 einen Tiefpass zur Reduzierung von Störeinflüssen. Der ebenfalls am Eingang angeschlossene Widerstand R2 dient zur Kompensation der statischen Eingangskapazität und ist entsprechend der Größe der Sensorkapazität zu dimensionieren. Wie, besprechen wir im Rahmen der Inbetriebnahme.

Der im IC integrierte Taktgenerator erzeugt mittels C8 die Abtastfrequenz von ca. 1 kHz. Die Größe des Kondensators C9 bestimmt neben der Ausführung der Sensorfläche entscheidend die Empfindlichkeit des Systems. Hier schreibt das Datenblatt einen Keramik-Chipkondensator vom Typ X7R vor, der in einem weiten Bereich von 90 nF bis 2500 nF variiert werden kann.

Über die Beschaltung vom IC-Pin 2 wird das Ausgangsschaltverhalten festgelegt. Bei einer Verbindung mit Plus (JP1 gebrückt) ändert sich der Schaltzustand mit jeder Annäherung der Hand (Toggle-Funktion). Eine Taster-Funktion realisiert man mit einer Verbindung nach Masse (JP2 gebrückt). Dann wird der Ausgang bei Annäherung der Hand eingeschaltet und beim Entfernen der Hand ausgeschaltet.

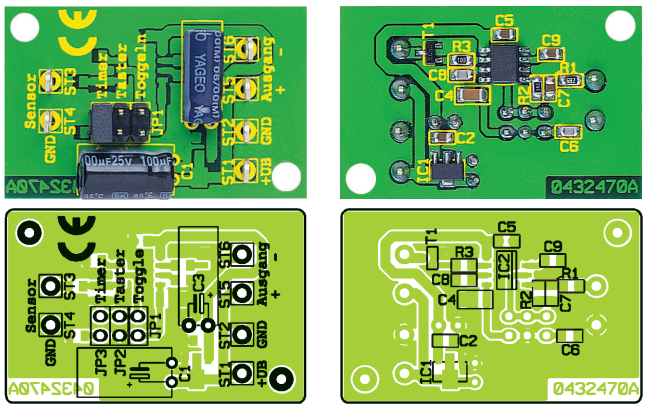
In der Timer-Betriebsart (JP3 gebrückt) wird der Ausgang bei Annäherung für eine kurze Zeit eingeschaltet. Die Kapazität des gegen Masse geschalteten Kondensators bestimmt hierbei die Einschaltzeit. Bei der hier gewählten Dimensionierung mit 470 nF ergibt sich eine Einschaltzeit von ca. einer Sekunde. Das IC EE102P ist mit einem internen 4-Volt-Spannungsregler ausgestattet, an dessen Ausgang der Stützkondensator C4 angeschlossen ist. Da dieser Spannungsregler jedoch einen sehr begrenzten Eingangsspannungsbereich hat und er außerdem die Stromaufnahme stark erhöhen würde, ist die Spannungsregelung über den externen Regler IC1 realisiert. Dieser erzeugt über einen weiten Eingangsspannungsbereich eine stabilisierte Ausgangsspannung von 3,6 V und verbraucht hierbei selbst nur einen minimalen Strom. Die Kondensatoren C1, C2, C3 und C5 dienen zur Siebung bzw. zum Abblocken von hochfrequenten Störungen. Der P-MOS-Open-Drain-Ausgang von IC2 an Pin 6 kann ohne zusätzliche Beschaltung bereits Ströme bis zu 10 mA gegen Masse treiben. Um auch größere Verbraucher wie z. B. Relais ansteuern zu können, ist eine Treiberstufe mit R3 und T1 implementiert. Damit ist es möglich, Verbraucher mit einer Stromaufnahme von bis zu 200 mA zu schalten.

Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich trotz der Verwendung von SMD-Komponenten und der kompakten Abmessungen von 25,5 mm x 39,5 mm der einseitigen Leiterplatte recht einfach. Grundbedingung ist eine geeignete Werkzeugausstattung für die Verarbeitung von SMD-Bauteilen, allem voran ein geregelter Lötkolben mittlerer Leistung mit sehr schlanker Spitze und dünnes SMD-Lötzinn. Einen detaillierten Einstieg hierzu vermittelt [2].

Zunächst sind IC1 und IC2 lagerichtig gemäß Bestückungsplan und Bestückungsdruck auf der Lötseite aufzulöten. Die Lage von IC1 ergibt sich automatisch aus der Lage der zugehörigen Lötpads, nach dem Bestücken muss die Beschriftung lesbar sein. IC2 ist an der Seite von Pin 1 durch eine abgeschrägte Kante markiert, die in ihrer Lage mit der Doppellinie im Bestückungsdruck übereinstimmen muss. Die Bestückung erfolgt grundsätzlich so, dass zunächst ein Lötpad vorverzinnt wird, dann das Bauelement lagerichtig aufzusetzen und anzulöten ist. Bei den ICs ist danach der diagonal gegenüber liegende Anschluss zu verlöten, und schließlich verlötet man nach abschließender Lagekontrolle alle restlichen Anschlüsse.

Nun folgen der Transistor T1 sowie die Widerstände und die Keramik-Kondensatoren. Die Einbaulage des Transistors ergibt



Ansicht der fertig bestückten Platine des berührungslosen Tasters mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

sich aus der Lötpadanordnung. Die Kondensatoren sollten einzeln aus der Verpackung genommen und sofort verlötet werden, da sie keinen Werteaufdruck tragen.

Im letzten Schritt erfolgt der Einbau der bedrahteten Bauteile von der Bestückungsseite aus. Dies sind neben den mechanischen Komponenten wie Stiftleiste und Stiftlötösen die beiden Elektrolytkondensatoren C1 und C3. Um die Bauhöhe des Bausteins gering zu halten, ist für diese eine liegende Montage vorgesehen. Beim Abwinkeln und Einsetzen ist unbedingt die Polarität zu beachten: Der Minus-Anschluss ist auf dem Gehäuse der Elkos markiert, hingegen im Bestückungsdruck der Plus-Anschluss.

Einbau und Inbetriebnahme

Die Sensorfläche kann grundsätzlich hinter allen nichtleitenden Konstruktionswerkstoffen angeordnet werden. Dies kann z. B. die Außenwand eines Kunststoffgehäuses sein, ebenso ist aber auch die Montage hinter Glasscheiben oder, wie bereits erwähnt, hinter Fliesen möglich. Die Größe der Sensorfläche entspricht der Größe der empfindlichen Fläche. Über ein koaxiales Verbindungskabel kann die Sensorfläche abgesetzt von der Leiterplatte angeordnet werden.

Zum Erreichen einer optimalen Empfindlichkeit ist es von Vorteil, wenn die Schaltungsmasse (GND) mit dem Erdpotential (PE) verbunden ist, dies ist aber nicht zwingend notwendig. Auch bei einer rein batteriebetriebenen Anwendung ohne jegliche Kabelverbindung zur Außenwelt ergibt sich bereits eine hervorragende Reichweite.

Der Auswertealgorithmus des ICs kompensiert automatisch Änderungen der Sensorkapazität, die von sich ändernden Umgebungsbedingungen verursacht werden. Außerdem wird bei starken elektromagnetischen Störungen die Empfindlichkeit reduziert, so dass Fehlschaltungen vermieden werden können. Trotzdem darf die Schaltung nicht in sicherheitsrelevanten Anwendungen genutzt werden, bei denen es durch fehlerhaftes Schalten zu einer Gefährdung kommen kann (Not-Aus-Kreise, Einschalten von Maschinen etc.). Die Betriebsspannung ist mit einer entsprechenden Sicherung abzusichern.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Anwendung des berührungslosen Tasters. Über den Ausgang wird eine Sendeeinheit aus dem FS20-Funkschaltsystem angesteuert. Durch die sehr geringe Stromaufnahme ist eine Batterieversorgung der gesamten Anordnung problemlos möglich. Als Sensorfläche ist eine kleine Blechplatte auf die Innenseite der Gehäusewand geklebt und diese dann über ein kleines Stück Koaxialkabel mit der Schaltung verbunden. Am Gehäuse sind somit keinerlei Durchbrüche erforderlich, und der hohe Staub- und Spritzwasserschutz der Klasse IP65 bleibt erhalten.

Bei Anwendungen, in denen lediglich ein mechanischer Schutz der Leiterplatte erforderlich ist, kann diese auch in ein preiswertes Modulgehäuse der Größe 44 x 30 x 15 mm (Best.-Nr. 68-01 71 24) eingebaut werden. Hierauf sind auch die Abmessungen der Leiterplatte ausgelegt.

Die Dimensionierung von R 2

Der Widerstand R2 muss nur dann bestückt werden, wenn die Kapazität der Sensorfläche dies erforderlich macht. Detaillierte Hinweise zur Dimensionierung finden sich im Datenblatt des Ee102P, das auf der Internetseite des Herstellers Edisen electronic [3] heruntergeladen werden kann. Vereinfacht ist R2 nach folgender Formel zu berechnen, wobei C_C die konstante Kapazität ist:

$$R2 = \frac{1{,}1\,\mu s}{C_C}$$

Die im Schaltbild angegebene Dimensionierung mit 39 kΩ kompensiert beispielsweise eine Kapazität von 28 pF. Dies entspricht einer doppelseitigen, 1 mm starken Leiterplatte aus FR4 mit einer Größe von 27 x 27 mm. Ebenso muss auch die Kapazität des Kabels berücksichtigt werden. Bei der Mini-Koaxial-Leitung, die dem Bausatz beiliegt, beträgt diese beispielsweise ca. 55 pF pro Meter.

[1] Kapazitive Näherungssensoren, „ELVjournal" 4/02, S. 57 ff
[2] http://www.elv-downloads.de/downloads/journal/SMD-Anleitung.pdf
[3] www.edisen.de

Stückliste: Berührungsloser Taster BLT 1

Widerstände:
1,5 kΩ/SMD R3
6,8 kΩ/SMD R1
39 kΩ/SMD R2

Kondensatoren:
10 pF/SMD C7
22 pF/SMD C8
100 nF/SMD C2, C5
470 nF/SMD C6, C9
1 µF/SMD/Bauform 1206 ..... C4
10 µF/25 V C3
100 µF/25 V C1

Halbleiter:
HT7136/SMD IC1
Ee102P/SMD IC2
BCW65C/SMD T1

Sonstiges:
Lötstift mit Lötöse ST1–ST6
Stiftleiste, 2 x 3-polig, gerade JP1–JP3
1 Jumper, geschlossene Ausführung
50 cm Koaxial-Kabel, ø 3,3 mm

Ausgangsbeschaltung

Der Ausgang von IC 2 kann einen Strom von max. 10 mA direkt treiben. Um auch Verbraucher mit größerer Stromaufnahme schalten zu können, die direkt mit der Versorgungsspannung verbunden sind, ist der Transistor T1 in Open-Collector-Schaltung nachgeschaltet. Hiermit ist es möglich, Verbraucher wie z. B. LEDs, Glühlämpchen oder Relais mit einem Laststrom von bis zu 200 mA direkt anzusteuern. Bei Relais und anderen induktiven Lasten ist unbedingt eine Freilaufdiode antiparallel zur Spule zu schalten.

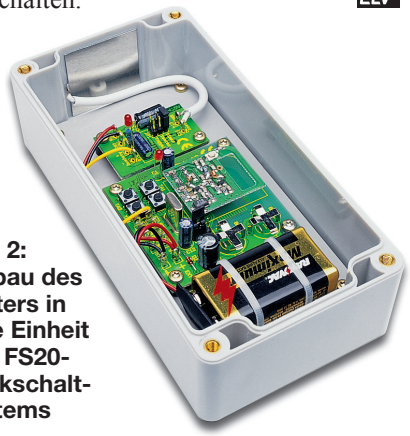


Bild 2: Einbau des Tasters in eine Einheit des FS20-Funkschaltsystems