



Professionell experimentieren

Prototypenadapter-Professional-Experimentierset PAD-PRO-EXSB

Das Prototypenadapter-Professional-Experimentierset umfasst die wichtigsten Bauteile, um Experimentierschaltungen auf einem Steckboard oder einem der ELV-Experimentierboards EXSB1 und EXSB-Mini aufzubauen. Neben passiven und aktiven Bauteilen im PAD-Format (Prototypenadapter-Format) sind auch Steckbrücken und Steckkabel sowie eine Pinzette und ein Ohrhörer vorhanden. Begleitet wird das Set von Beispielschaltungen, die fortlaufend im ELVjournal vorgestellt werden.



Bild 1: Eine stabile Sortierbox sorgt für Ordnung.

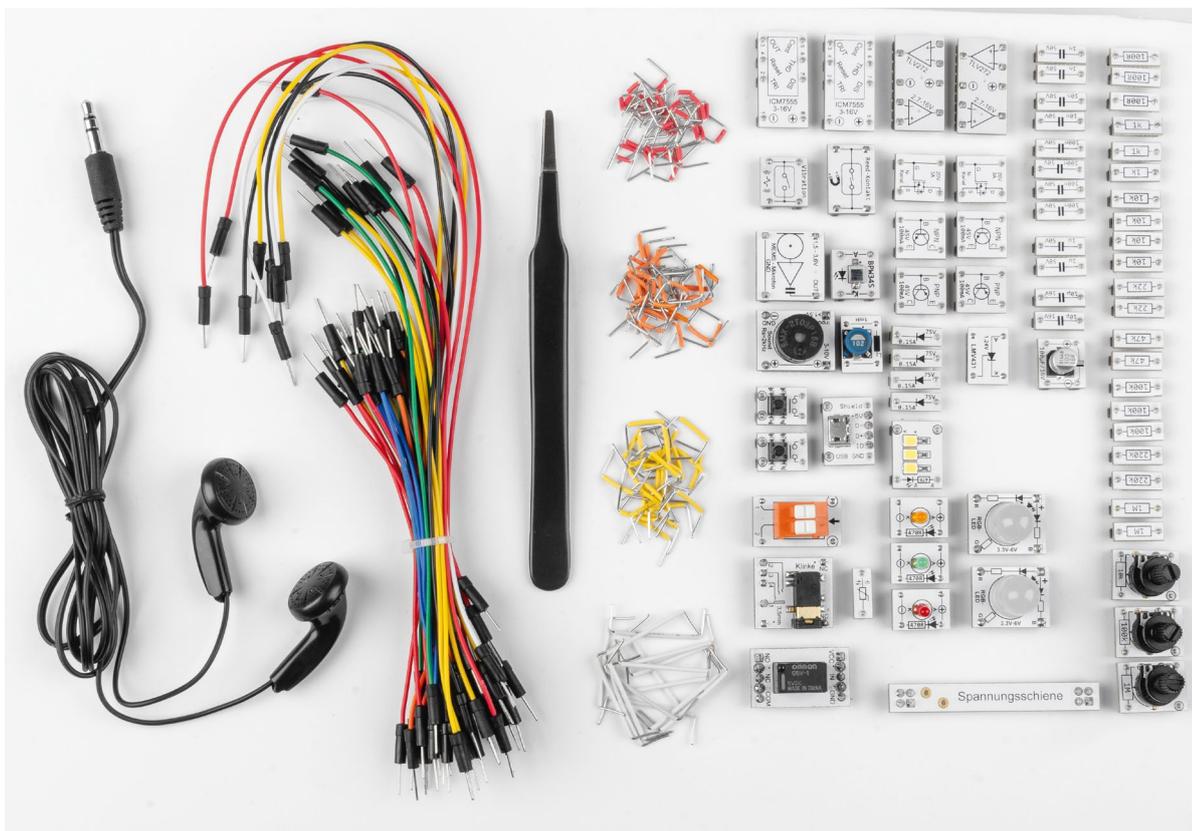
All-in-one

Auf vielfachen Kundenwunsch bieten wir nun mit dem Prototypenadapter-Professional-Experimentierset PAD-PRO-EXSB u. a. für unsere Experimentierboards EXSB1 und EXSB-Mini ein Bauteilset und begleitende Anleitungen für zahlreiche Experimente an. Das Set kann auch auf „normalen“ Steckboards Verwendung finden.

Es handelt sich bei diesem Set um eine Zusammenstellung der wichtigsten und gängigsten Bauteile aus dem allgemeinen Bereich der Elektronik. Neben Halbleitern, Widerständen und Kondensatoren sind auch zahlreiche Sensorbauteile wie z. B. ein Lichtsensor, ein Vibrationssensor oder auch ein Reed-Kontakt vorhanden. Für Audioschaltungen sind ein MEMS-Mikrofon und ein Ohrhörer integriert.

Ein weiterer Vorteil des Sets ist, dass man keine Steckbrücken und Steckkabel zukaufen muss, da diese im Set enthalten sind. Eine Pinzette erlaubt das einfache Einsetzen und Entfernen von Steckbrücken. **Bild 1** zeigt die hochwertige und stabile Sortierbox, in der alle im Set enthaltenen Bauteile – im Detail zu sehen in **Bild 2** – untergebracht sind.

Bild 2: Alle im Set enthaltenen Bauteile



Steckboards

Zum Aufbau der Schaltungen wird ein Steckboard benötigt. Hier bieten sich mehrere Möglichkeiten an. Im einfachsten Fall kann ein „normales“ Steckboard verwendet werden. Diese können, wie in Bild 3 (oben) zu sehen ist, auch kombiniert werden, um so die nutzbare Fläche zu vergrößern. Der untere Teil von Bild 3 zeigt eine aufgebaute Schaltung mit unseren PAD-Modulen. Statt der PAD-Module kann man auch konventionelle, bedrahtete Bauteile verwenden. Der Nachteil: Die Anschlussdrähte sind bei einigen Bauteilen (vor allem Widerständen) relativ dünn, sodass hier kein guter Kontakt zustande kommt.

Wesentlich komfortabler ist die Verwendung eines Experimentierboards wie dem EXSB1 [1] (Bild 4 links) oder dem EXSB-Mini [2] (Bild 4 rechts). Sie sind genau für diesen Anwendungsfall ausgelegt und bieten einige Vorteile. So sind z. B. häufig benötigte Bedienelemente wie Potentiometer, Schalter, Taster sowie Ein- und Ausgangsklemmen auf dem Board vorhanden, ebenso eine Spannungsversorgungseinheit mit unterschiedlichen Eingangsvarianten. Dies ermöglicht den Anschluss unterschiedlicher Spannungsversorgungen wie Labornetzteile, Steckernetzteile oder Batterien (über einen Batteriehalter).



Bild 3: oben: Kombinierte Steckboards; unten: Schaltung auf einem Steckboard

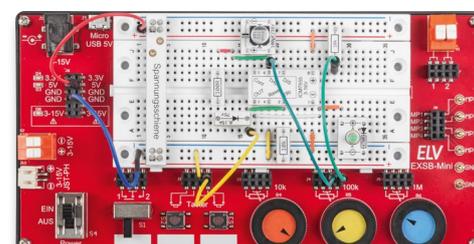
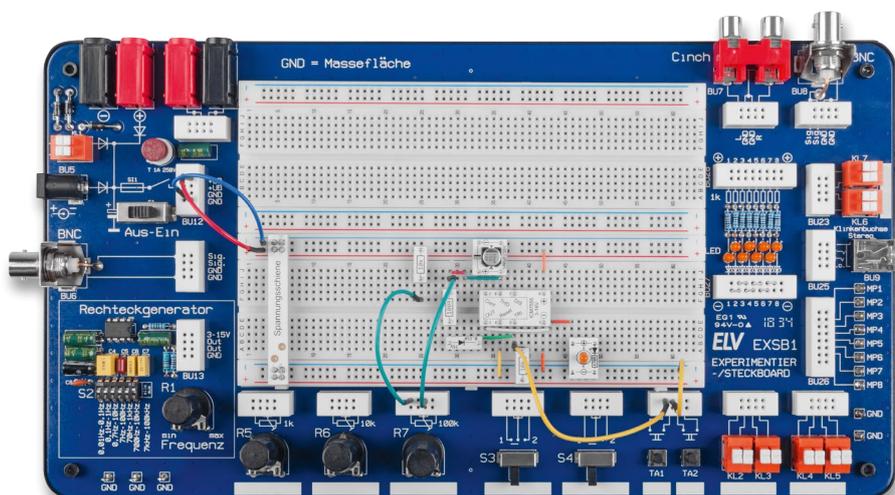


Bild 4: EXSB1 und rechts EXSB-Mini

Das Set

Hier wollen wir nun die im Set enthaltenen Bauteile im Detail vorstellen. Dabei geht es um die grobe Funktion der einzelnen Komponenten und nicht um Grundlagen der Elektronik. Grundlagenkenntnisse sollten eigentlich Voraussetzung für das Experimentieren mit diesem Set sein. Fangen wir mit den elektronischen Komponenten an.

Operationsverstärker

Dieser universell einsetzbare Operationsverstärker (OP) zeichnet sich vor allem durch seinen weiten Versorgungsspannungsbereich von 2,7V bis 16V aus. Weitere Features sind: geringer Stromverbrauch und damit auch für den Batteriebetrieb geeignet, ein Frequenzbereich (GBW – gain-bandwidth) bis 3 MHz sowie Rail-to-Rail-Ausgänge. Der Begriff Rail-to-Rail bedeutet, dass die Ausgangsspannung bis an die Versorgungsspannungsgrenzen reichen kann. Diese Möglichkeit ist bei Standard-Operationsverstärkern u. U. eingeschränkt.

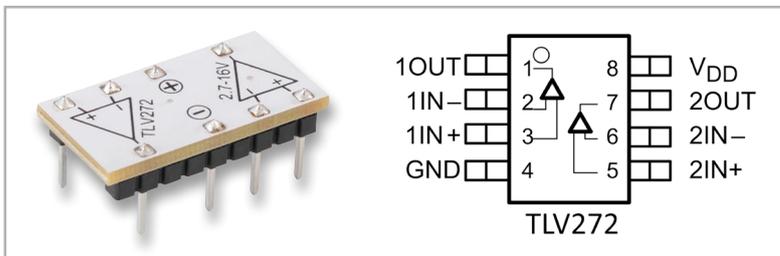


Bild 5: PAD-Modul (links), Anschlusschema TLV272 (rechts)

Kurzum: Der TLV272 ist ein Multitalent, der für vielseitige Aufgaben verwendbar ist. Dies können Schaltungen aus dem Bereich Audio oder auch der Messtechnik sein. In dem IC-Gehäuse sind zwei separate OPs untergebracht. Bild 5 zeigt die Operationsverstärkerplatine (CM-IC-TLV272), Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Daten.

CM-IC-TLV272-B

| | |
|-----------------------------------|---|
| Typ: | 2-fach-OP TLV272 |
| Spannungsversorgung (V_{DD}): | 2,7-16 V |
| Stromaufnahme (I_B): | 550 μ A |
| Ausgangsstrom (I_{OUT}): | 100 mA |
| Frequenz (GBW): | 3 MHz |
| Offsetspannung (V_{IO}): | 5 mV |
| Anwendungsbereiche: | Solartechnik, Messtechnik, universell |
| Besonderheiten: | Rail-to-Rail-Ausgang, niedrige Stromaufnahme, für Batteriebetrieb geeignet, CMOS-Eingänge |

Tabelle 1

Transistoren NPN, PNP und MOSFET

Es stehen drei unterschiedliche gängige Transistorvarianten zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um NPN-, PNP- und MOSFET-Transistoren. Wie bei PAD-Modulen üblich, ist die Anschlussbelegung und Beschriftung von oben auf den Platinen aufgedruckt (Bild 6). Die genaue Typenbezeichnung der verwendeten Transistoren befindet sich nicht auf der Platinenoberseite, sondern auf der Platinenunterseite. Für unsere Versuchsaufbauten ist entscheidend, um welchen Typ es sich handelt – also NPN, PNP oder MOSFET. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Daten der Bauteile dargestellt.

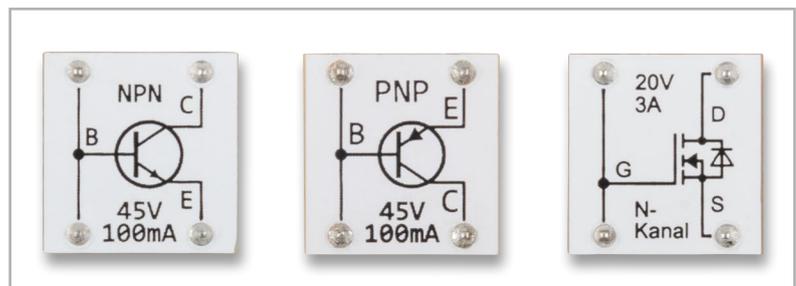


Bild 6: Die drei unterschiedlichen Transistortypen NPN, PNP und MOSFET (von links)

CM-TB-BC8x7C-A/CM-TF-IRML2502PbF-A

| Typ | BC847C | BC857C | IRLML2502 |
|----------------------------------|--|---------|-------------------------|
| Technologie | NPN | PNP | N-Kanal MOSFET |
| Betriebsspannung U_{CE}/U_{DS} | 45 V | 45 V | 20 V |
| Strom I_C/I_D | 100 mA | 100 mA | 3A |
| $R_{DS(on)}$ | - | - | 0,045 Ω |
| Frequenz (f_c) | 300 MHz | 300 MHz | 1 MHz |
| Verstärkung HFE | 420-800 | 420-800 | - |
| P_{TOT} | 0,25 W | 0,25 W | 0,8 W |
| Besonderheiten | Universal Bipolar-Transistor Audio, HF und Sensorik | | MOSFET-Schalttransistor |

Tabelle 2

Timerbaustein

Der ICM7555 und damit das entsprechende PAD-Modul (Bild 7) ist ein integrierter Timerbaustein, der seit Jahrzehnten in zahlreichen Schaltungen und Geräten zum Einsatz kommt. Dank seiner analogen Technik und seines einfachen Aufbaus ist dieses Bauteil sehr leicht einzusetzen. Hauptanwendungsgebiete sind Timerschaltungen und alles, was mit Zeitverzögerungen und einfachen Oszillatoren zu tun hat.

Eine detaillierte Beschreibung der Funktion mit zahlreichen Anwendungsbeispielen findet man beim ELV-Bausatz NE555-EXB [3]. Aber auch das Internet ist reich an Informationen zu diesem IC. Der hier verwendete ICM7555 ist der Nachfolger des NE555 oder besser gesagt die stromsparende CMOS-Version. Von der Funktion her sind beide Bauteile identisch. Hat man die Funktion erst einmal verstanden, muss man kein Elektronikexperte sein, um damit einfache Schaltungen realisieren zu können. Tabelle 3 zeigt die wichtigsten technischen Daten des ICM7555.

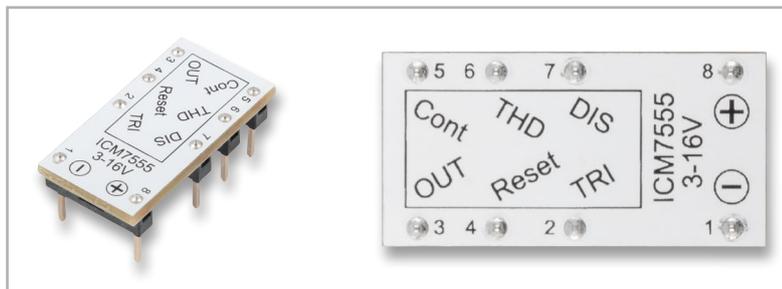


Bild 7: Das PAD-Modul mit dem ICM7555

Wie man im Blockschaltbild (Bild 8) erkennt, besteht dieser IC aus einem Flipflop und einem Fensterkomparator, der mit zwei Operationsverstärkern (Komparatoren) realisiert ist.

Das Flipflop wird über die internen Eingänge S (Set) gesetzt und über R (Reset) zurückgesetzt. Diese Steuereingänge sind von „außen“ nicht zugänglich, sie werden indirekt über die Komparatoren angesteuert.

Lediglich über den Pin 4 (Reset) kann ein genereller Reset durchgeführt werden. Die Komparatoren sind mit Spannungsteilern (R1-R3) so beschaltet, dass die Schaltschwellen bei 1/3 bzw. 2/3 der Betriebsspannung liegen. Über die Spannungseingänge „Threshold“ und „Trigger“ erfolgt die indirekte Steuerung des Flipflops. Steigt die Spannung am „Threshold“ auf über 2/3 von UB, wechselt der Komparatorausgang (A) auf High-Pegel und setzt das Flipflop zurück. Der untere Komparator (B) überwacht die Spannung am Anschluss „Trigger“, dessen Schaltschwelle bei 1/3 von UB liegt. Da der Triggereingang mit dem negativen Eingang des Komparators (B) verbunden ist, wechselt der Ausgang dieses Komparators beim Unterschreiten der Schaltschwelle (1/3) am Eingang „Trigger“ auf High-Pegel und setzt somit das Flipflop.

Das Flipflop besitzt einen „Q“- und einen „/Q“-Ausgang. Ist das Flipflop gesetzt, liegt „Q“ auf High- und der andere Ausgang „/Q“ auf Low-Pegel. Im Blockschaltbild sieht man, dass der /Q-Ausgang über einen Inverter zum Anschluss (Output) führt. An den /Q-Ausgang ist über den Widerstand R4 ein Transistor T1 angeschlossen, der primär zum Entladen eines Kondensators in der Anwenderschaltung gedacht ist. Diese Funktion wird später in der Schaltungsbeschreibung für die jeweilige Beispielschaltung erklärt.

| CM-IC-ICM7555 | |
|------------------------|--------------------|
| Funktion: | CMOS-Timerbaustein |
| Typ: | ICM7555 |
| Betriebsspannung (UB): | 3-16 V |
| Stromaufnahme (IB): | 60 µA (ohne Last) |
| Ausgangsstrom (IOUT): | 100 mA |
| Frequenz (fmax.): | 500 kHz |

Tabelle 3

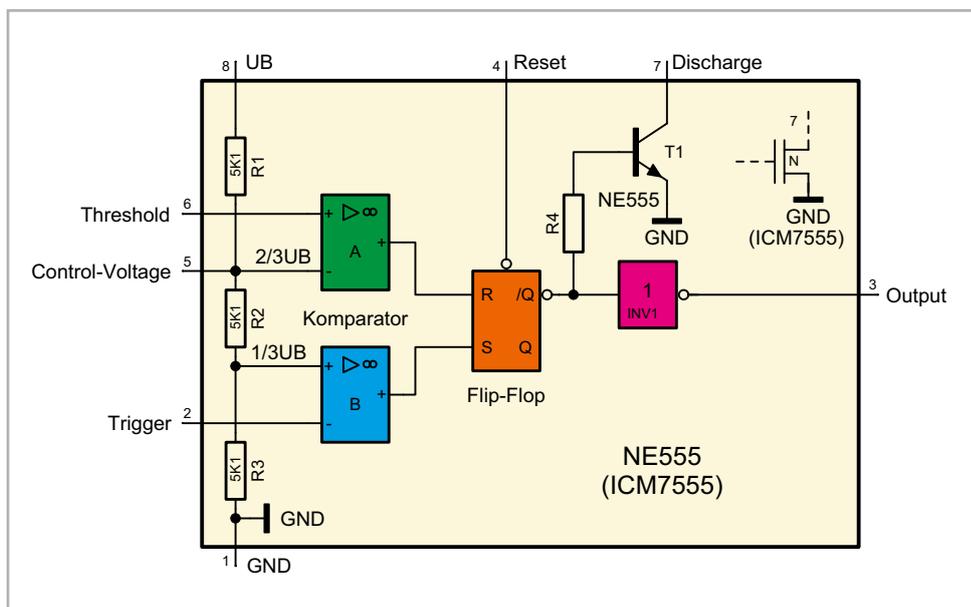


Bild 8: Das Blockschaltbild des NE555/ICM7555

Shunt-Regler LMV431

Der LMV431 ist ein sogenannter Shunt-Regler – und stellt ein etwas ungewöhnliches, aber interessantes Bauteil dar (Bild 9). Die Funktionsweise ähnelt der einer Z-Diode: Eine Spannungsquelle wird so weit belastet, bis sich über einem Vorwiderstand die gewünschte Spannung einstellt. Überflüssiger Strom wird, wie bei einer Z-Diode auch, parallel abgeleitet, was natürlich nicht wirtschaftlich ist.

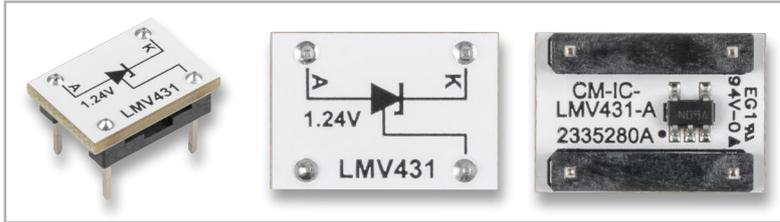


Bild 9: Die PAD-Platine des CM-IC-LMV431 (Shunt-Regler)

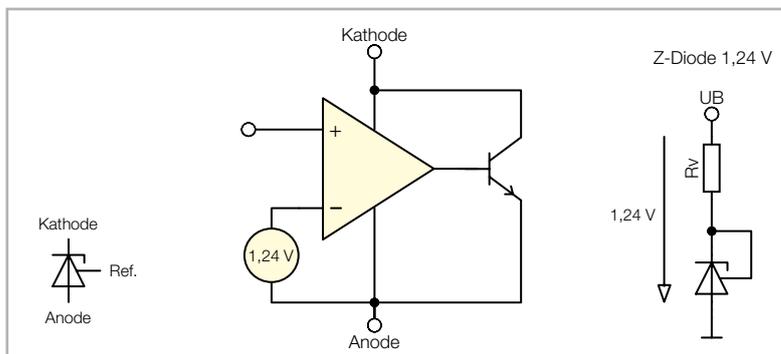


Bild 10: Das Blockschaltbild des LMV431

Wie man im Blockschaltbild (Bild 10) erkennt, besitzt der LMV431 drei Anschlüsse: Anode, Kathode und Referenz. Eine interne Spannungsreferenz von 1,24 V ist mit dem invertierenden Eingang eines Operationsverstärkers verbunden. Der Ausgang steuert einen NPN-Transistor, dessen Kollektor zugleich mit der Versorgungsspannung verbunden ist. Dieser Anschluss wird als Kathode bezeichnet. Verbindet man nun diese Kathode mit dem Eingang „Referenz“ (Ref.), geschieht Folgendes: Der Operationsverstärker regelt den Ausgang so lange nach, bis die Spannung am Referenzeingang identisch mit der Referenzspannung ist. Allerdings muss ein Widerstand (R_v) vorgeschaltet werden.

Man hat nun eine Z-Diode mit einer Spannung von 1,24 V, die sehr genau ist, was bei einer normalen Z-Diode nicht der Fall ist. Das Besondere ist, dass man mithilfe des Referenzeingangs und eines Spannungsteilers jede beliebige Spannung zwischen 1,24 V und 30 V generieren kann. Die genaue Funktionsweise werden wir anhand von Schaltungsbeispielen erklären. Unter [4] kann das Datenblatt des LMV431 heruntergeladen werden, die wichtigsten technischen Daten sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4

CM-IC-LMV431-A

| | |
|--------------------|----------------------|
| Typ: | LMV431A |
| Referenzspannung: | 1,24 V ($\pm 1\%$) |
| max. Spannung (K): | 30 V |
| max. Strom (K-A): | 30 mA |

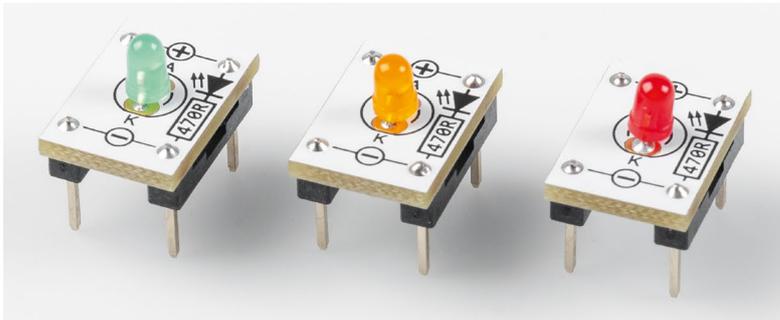


Bild 11: Klassische Einzel-LEDs in Grün, Orange und Rot

LEDs

Es stehen drei unterschiedliche LED-Varianten zur Verfügung: die klassische Einzel-LED in unterschiedlichen Farben (Bild 11) sowie ein LED-Cluster und zwei RGB-LEDs, die jeweils eine rote, grüne und blaue LED integriert haben (Bild 12).

Bei der RGB-LED handelt es sich hierbei um eine Variante mit gemeinsamer Anode, bei der die Anoden der drei einzelnen LEDs miteinander verbunden sind. Dieser Anschluss wird mit der Versorgungsspannung (+) verbunden, während die einzelnen

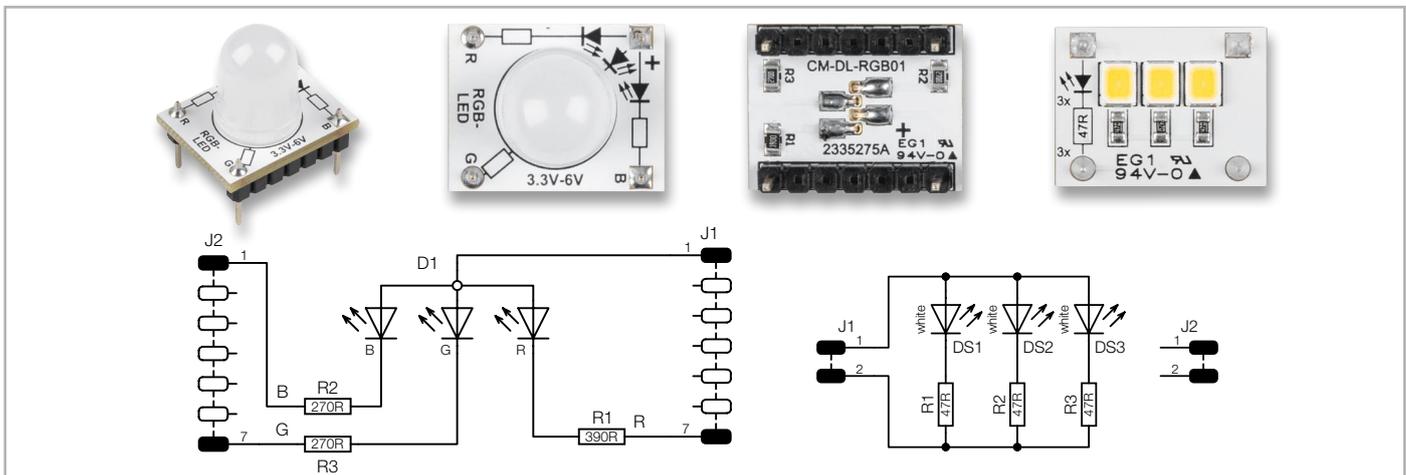


Bild 12: Fotos und Schaltbild der Platine CM-DL-RGB01 mit der RGB-LED und dem LED-Cluster (CM-DL-W01)

Kathodenanschlüsse über Widerstände mit Masse (-) verbunden werden.

Unser Modul (CM-DL-RGB01) hat die notwendigen Vorwiderstände schon integriert (siehe Bild 12). Die Vorwiderstände sind für eine Versorgungsspannung von 3,3 V bis 6 V ausgelegt. Bei Verwendung mit höheren Spannungen sind entsprechende Vorwiderstände, je nach gewünschter Spannung, in Reihe zu jedem Kathodenanschluss zu schalten. Bei 12 V müsste z. B. ein zusätzlicher Widerstand von 680 Ω und bei 24 V ein Widerstand von 2,2 kΩ vorgeschaltet werden.

Bei den Einzel-LEDs sind ebenfalls Vorwiderstände integriert. Der Widerstand hat einen Wert von 470 Ω und erlaubt so den Betrieb an Spannungen bis 12 V, was einen LED-Strom von ca. 6 bis 20 mA entspricht. Bei größeren Versorgungsspannungen sollte zusätzlich noch ein Widerstand in Reihe geschaltet werden (ca. 1 bis 2,2 kΩ).

Auf der Cluster-LED (Bild 12, rechts) befinden sich drei parallel geschaltete SMD-LEDs in Weiß. Hier sind die LED-Vorwiderstände etwas kleiner, sodass die LEDs heller leuchten. Das LED-Cluster dient in erster Linie als Signalleuchte und kann z. B. für einen LED-Flasher genutzt werden.

Diode

Als Diode kommt in diesem Set die bekannte Standarddiode 1N4148 zum Einsatz. Diese Diode ist universell einsetzbar und für kleine bis mittlere Ströme ausgelegt.

Auf der PAD-Platine (Bild 13) ist diese Diode mit 75 V/0,15 A beschriftet. Die genaue Typenbezeichnung befindet sich auf der Platinenunterseite.

| | | |
|-----------|-------------------------------------|----------|
| Tabelle 5 | CM-DG-151-A | |
| | Typ: | 1N4148W |
| | Technologie: | Silizium |
| | Betriebsspannung (U _R): | 75 V |
| | Strom (I _F): | 150 mA |
| | Leistung (P _{TOT}): | 350 mW |

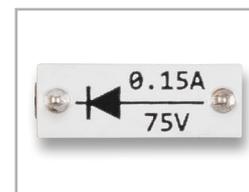


Bild 13: Die Diode 1N4148

Bild 14: Der Helligkeits-/Lichtsensor BPW34S



Fotodiode

Der hier zum Einsatz kommende Lichtsensor BPW34S (Bild 14) ist eine Fotodiode und besteht aus einem lichtempfindlichen Halbleiter. Trifft Licht auf den frei liegenden PN-Übergang (Sensorfläche) des Halbleiters, wird ein elektrischer Strom erzeugt.

Diese lichtempfindlichen Halbleiter reagieren nicht nur auf sichtbares Licht, sondern auch auf Licht im IR- oder UV-Bereich. Somit kann der Sensor z. B. für einen Dämmerungsschalter oder als IR-Detektor für einen Fernbedienungstester eingesetzt werden. Bild 15 zeigt die Kennlinie im Bezug zur Welllänge vom Licht.

Schaut man sich das Schaltbild (Bild 14) vom CM-SB-01 an, bemerkt man einen zusätzlichen Widerstand R1. Dieser Widerstand ist für die Funktion nicht relevant, sondern hat eine Schutzfunktion.

Hintergrund: Die Fotodiode kann in Flussrichtung durch einen zu hohen Strom zerstört werden. Der Widerstand R1 begrenzt den Strom bei Fehlbeschaltung der Fotodiode, sodass diese nicht zerstört wird.

In Tabelle 6 sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt.

| | | |
|-----------|---------------------|-------------|
| Tabelle 6 | CM-SB-01 | |
| | Typ: | BPW34S(SMD) |
| | Lichtspektrum: | 430–1100 nm |
| | Durchbruchspannung: | 60 V |
| | Erfassungswinkel: | ± 60° |
| | Fotostrom: | > 55 μA |

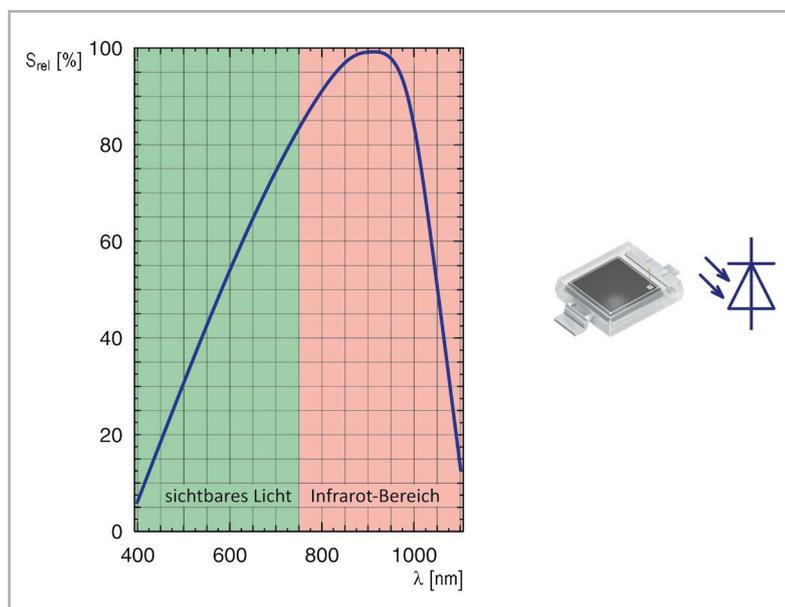


Bild 15: Kennlinie des BPW34S

Vibrationssensor

Der Prototypenadapter Vibration (Bild 16) ist ein Schalter, der auf Erschütterung bzw. Bewegung reagiert. Wie so ein Sensor aufgebaut ist, zeigt die Zeichnung im unteren Teil von Bild 16. Im Inneren des Sensors

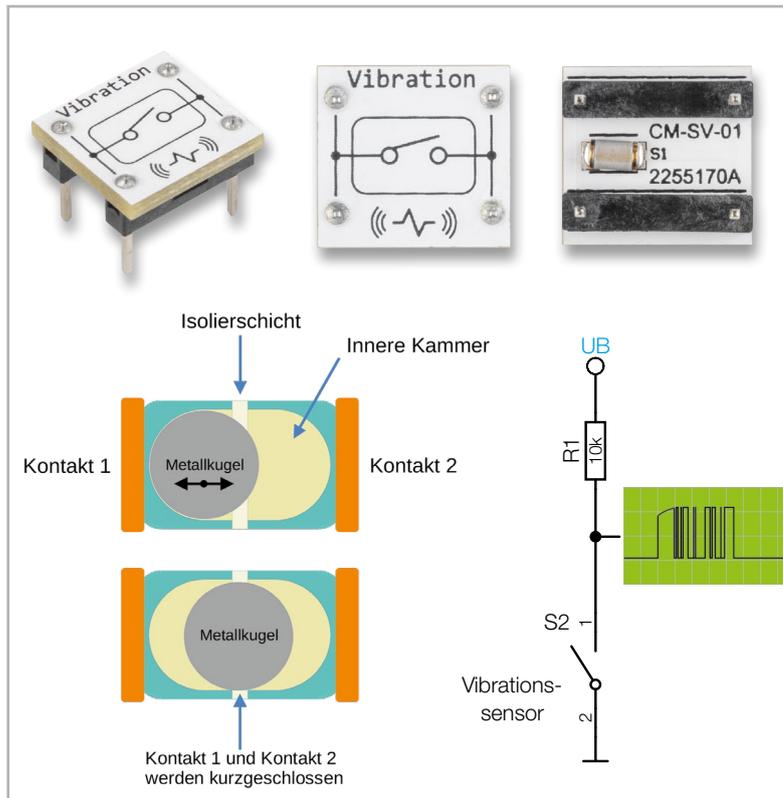


Bild 16: Platine und Funktionsweise des Vibrationssensors

befindet sich in einer hermetisch abgeschlossenen Kammer eine kleine Metallkugel, die sich in dieser Kammer bewegen kann. Die Kammer setzt sich aus zwei metallischen, leitenden Teilen zusammen, die jeweils einen Schaltkontakt bilden. In der Mitte sind diese beiden Kontakte gegeneinander isoliert. Die Metallkugel kann sich in einem gewissen Maß in der Kammer hin- und herbewegen. Beim Erreichen der Isolierschicht, also in der Mitte der Kammer, werden die beiden Kontakte durch die Metallkugel kurzgeschlossen. Bei Bewegung rollt die Kugel in der Kammer immer über diese Isolierschicht und schließt dabei die beiden Kontakte für einen kurzen Moment.

Mit solchen Kontakten können z. B. Alarmanlagen für Fahrräder gebaut werden. Die Auswertung ist allerdings nicht so einfach, denn man möchte ja die Empfindlichkeit verändern können. Eine simple Grundschaltung ist in Bild 16 (unten rechts) dargestellt. Für eine komfortable Empfindlichkeitseinstellung ist allerdings mehr Aufwand nötig. Diese Auswerteschaltung wird dann in dem entsprechenden Anwendungsbeispiel erklärt. In Tabelle 7 sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt.

Tabelle 7

CM-SV-01

| | |
|-----------|----------------------|
| Typ: | CSX-SEN-180A |
| Sensor: | mechanischer Kontakt |
| Spannung: | 0,5-24 V |
| Strom: | 10 mA max. |

Reed-Kontakt

Ein Reed-Kontakt ist ein Schalter, der auf Magnetfelder reagiert. In der Regel wird mit einem Permanentmagnet der Schalter aktiviert, indem dieser in die Nähe des Reed-Kontakts gebracht wird. In Bild 17 sind der Aufbau und die Funktionsweise dargestellt. In einer hermetisch

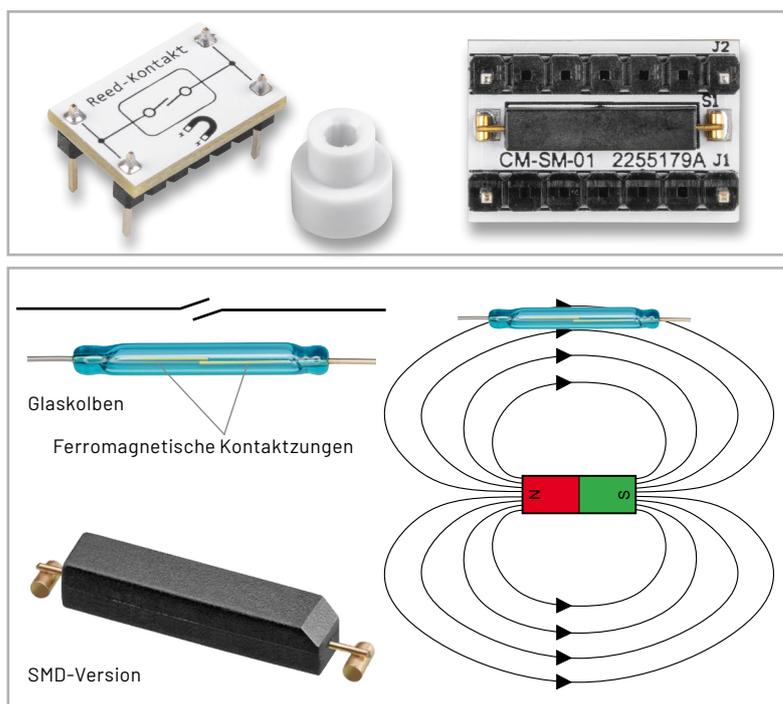


Bild 17: Platine und Funktionsweise des Reed-Kontakts

abgeschlossenen Glasröhre befinden sich zwei ferromagnetische Kontaktzungen, deren Enden sich gegenüberliegen. Die empfindlichen Kontakte sind in der Glasröhre vor äußeren Einflüssen geschützt. Der Abstand zwischen den beiden Kontakten ist minimal und mit dem bloßen Auge kaum zu erkennen. Durch ein Magnetfeld bewegen sich die Kontakte aufeinander zu, wodurch berührungslos ein Schalter betätigt werden kann. Bestes Beispiel hierfür sind Alarmkontakte für Türen und Fenster. Da der Schaltkontakt gegen Staub und Feuchtigkeit geschützt ist, gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten wie etwa Sensoren in der Automobilindustrie, z. B. als Drehimpulsgeber für ABS-Sensoren. Um die Funktion testen zu können, liegt der Platine ein kleiner Testmagnet bei, der einfach von oben auf die Platine aufgelegt wird und so den Reed-Kontakt aktiviert. Der Testmagnet besteht aus zwei Teilen, die noch zusammengesetzt werden müssen (Bild 18).



Bild 18: So wird der Testmagnet zusammengesetzt.

MEMS-Mikrofon

Diese Modulplatine ist mit einem MEMS-Mikrofon ausgestattet. Das Mikrofon ist in der sogenannten MEMS-Technologie (Micro-Electro-Mechanical Systems) [5] aufgebaut. Nicht nur die mechanischen Abmessungen, sondern auch die technischen Daten sind überzeugend. So zeichnen sich MEMS-Mikrofone durch einen hohen Signal-Rausch-Abstand, hohe Empfindlichkeit und den sehr geringen Stromverbrauch aus. Wie man im Schaltbild (Bild 19) erkennt, ist auf der Platine die notwendige Peripherie (zwei Kondensatoren) vorhanden. Der Kondensator C1 dient zur Glättung der Versorgungsspannung, während C2 als Kopplungskondensator am Ausgang dient. Man sollte jedoch unbedingt auf die maximale Versorgungsspannung achten. Eine zu hohe Spannung von mehr als 3,6 V könnte zur Zerstörung des Mikrofons führen. In Tabelle 8 sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt.

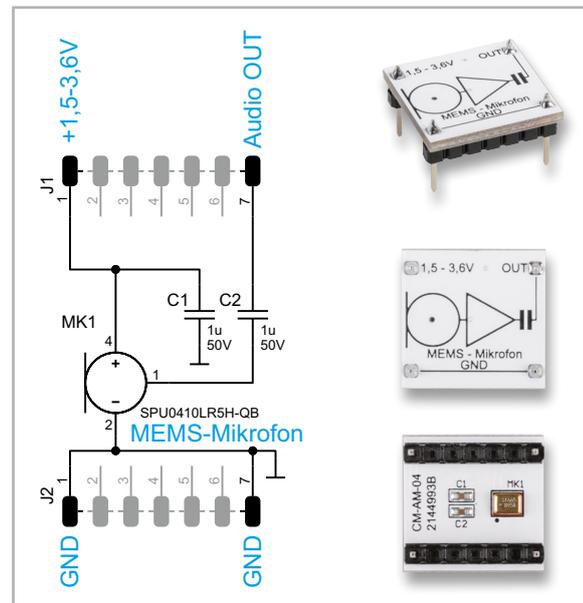


Bild 19: Schaltbild und Platine des MEMS-Mikrofons

| | | |
|-----------|-----------------------|-------------------------------|
| Tabelle 8 | CM-AM-04 | |
| | Typ: | MEMS (SPU0410LR5H-QB/Knowles) |
| | Versorgungsspannung: | 1,5-3,6 V |
| | Stromaufnahme: | 0,16 mA max. |
| | Frequenzgang: | 100 Hz bis 80 kHz |
| | Ausgangsimpedanz: | 400 Ω |
| | Abm. Platine (B x T): | 18 x 15,3 mm |

Sound-Transducer

Der Sound-Transducer ist ein elektroakustisches Bauelement, das wie bei einem Lautsprecher akustische Signale wiedergeben kann. Dieses Bauteil sollte nicht mit einem Piezo verwechselt werden, denn im Gegensatz zum Piezo besitzt der Transducer eine Schwingspule aus Kupferdraht, hat also einen ohmschen Widerstand. Um die Ansteuerung zu vereinfachen, ist ein Transistor auf der Modulplatine untergebracht, wie man im Schaltbild (Bild 20) erkennt.

Ab einer Spannung von 1,5 V schaltet der Transistor durch und steuert (schaltet) somit den eigentlichen Transducer. Die Ansteuerung geschieht mit einem Rechtecksignal mit einer minimalen Signalspannung von 1,5 Vpp. Wichtig ist, dass es sich um ein Rechtecksignal handeln muss. Zu erwähnen sei noch die Resonanzfrequenz, die bei diesem Transducer bei ca. 2 kHz liegt. Die Resonanzfrequenz ist die Frequenz, bei der die höchste Lautstärke erreicht wird. Dies ist bei der Auswahl der Steuerfrequenz zu beachten. In Tabelle 9 sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt.

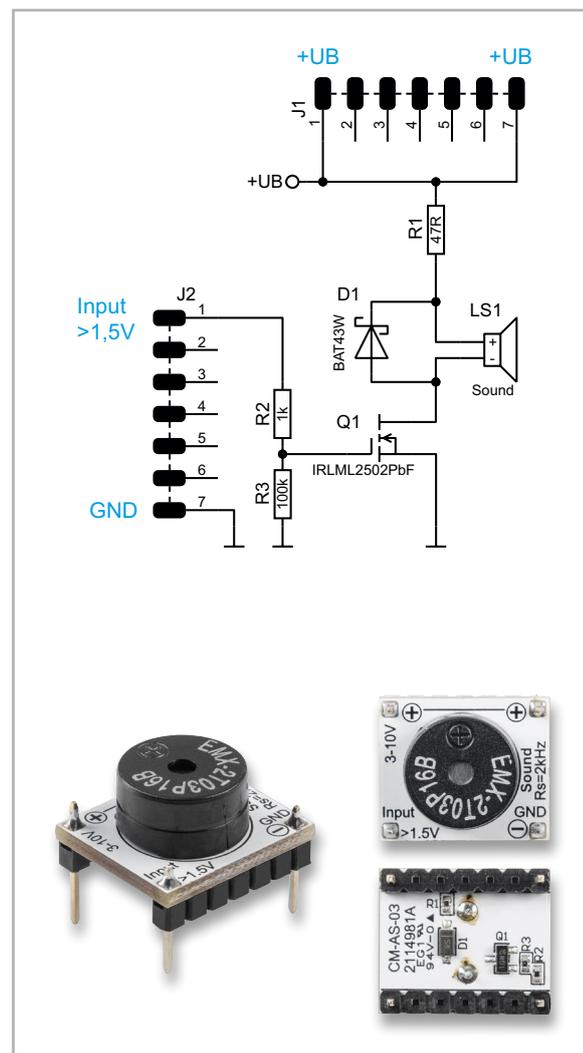


Bild 20: Schaltbild und Platine des Sound-Transducers

| | | |
|-----------|-----------------------|------------------------|
| Tabelle 9 | CM-AS-03 | |
| | Typ: | Sound-Transducer 2 kHz |
| | Betriebsspannung: | 3-10 V |
| | Eingangsspegel: | 1,5-12 V |
| | Resonanzfrequenz: | ca. 2 kHz |
| | Stromaufnahme: | 40 mA max. @ 10 V |
| | Abm. Platine (B x T): | 18 x 15,3 mm |

Relais

Das Relaismodul (Bild 21) verfügt über ein Relais mit einer Betriebsspannung von 5 V. Die Ansteuerlektronik (Schalttransistor) befindet sich auf der Modulplatine. So kann bequem mit einer Schaltspannung am Eingang (IN) das Relais eingeschaltet werden (s. Schaltbild, Bild 21). Am Anschluss „VCC“ muss aber unbedingt eine Spannung von 5 V anliegen, da dies die Spulenspannung ist. Die Schaltkontakte sind mit COM, also dem Mittelanschluss des Schalters und NO/NC bezeichnet. NO bedeutet „normally open“, also im Normalfall offen (Ruhekontakt), und NC „normally closed“, also im Ruhebetrieb geschlossen. Sobald eine Spannung von 1,5 bis 5 V an den Eingang „IN“ gelegt wird, schaltet der Transistor und somit das Relais. Intern wird dieser Anschluss ohne Be-

schaltung (IN = offen) auf Massepotential gehalten und das Relais ist somit ausgeschaltet. In Tabelle 10 sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt.

Tabelle 10

RCM-PB-4101

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Typ: | Relais 1x um |
| Spulenspannung: | 5 V |
| Schaltleistung: | 30 V _{DC} /1 A max. |
| Schaltspannung Elektronik: | 1,5-5 V (On) 0 V (Off) |

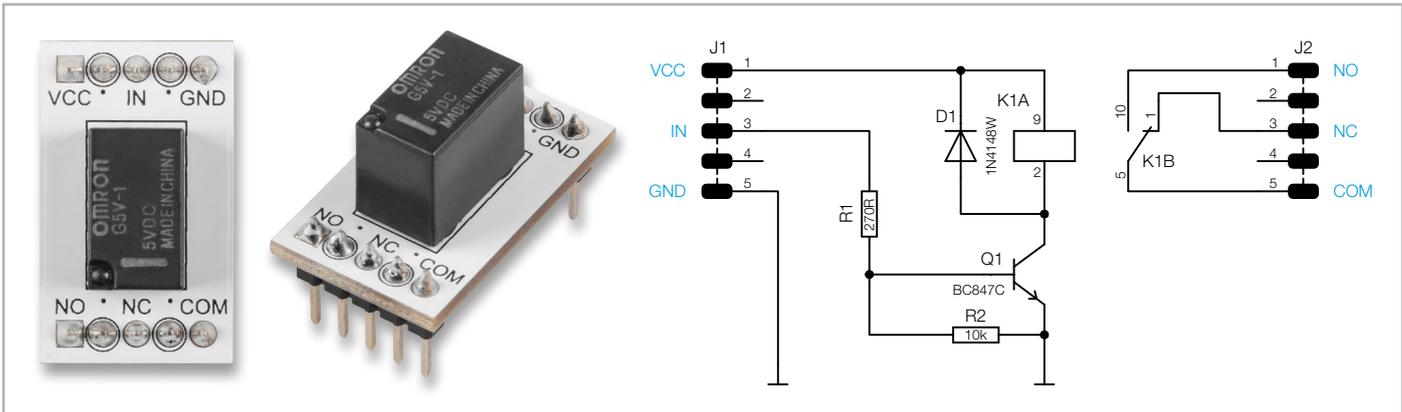


Bild 21: Foto und Anschlussschema des Relais

Spule

Für Experimente mit Induktivitäten ist ein 1-mH-Spule (1000 μ H) vorhanden. Die Spule ist relativ groß und deshalb auf der Platinenoberseite platziert, wie in Bild 22 zu sehen ist.

Es handelt sich hierbei um eine geschirmte Spule, sodass die eigentliche Spulenwicklung nicht zu sehen ist. In Tabelle 11 sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt.

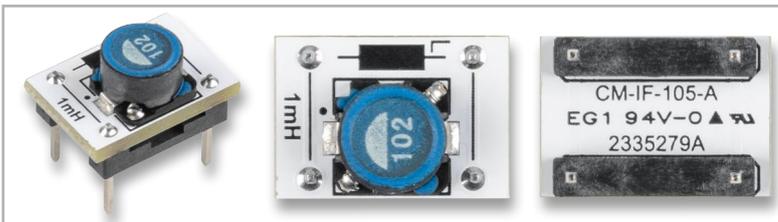


Bild 22: 1-mH-Modul

Tabelle 11

CM-IF-105-A

| | |
|---------------|-----------------|
| Typ: | SLF0745T-102M-N |
| Induktivität: | 1 mH |
| Strom: | 140 mA |

Widerstände und Kondensatoren

Das Set enthält eine Auswahl der gebräuchlichsten Widerstände und Kondensatoren im bewährten PAD-Format. Bei den Widerständen sind zusätzlich noch drei Potentiometer vorhanden, die mit einer Steckachse geliefert werden (siehe Bild 23). Zu beachten ist,

dass die Verlustleistung der Widerstände bei 0,1 W liegt.

Eine Sonderbauform stellt der temperaturabhängige Widerstand dar, der eine NTC-Charakteristik (Negative Temperature Coefficient Thermistor) aufweist. Ein NTC [6], auch Heißeleiter genannt, ändert seinen Widerstand in Abhängigkeit zur Temperatur, sodass bei steigender Temperatur der Widerstandswert fällt (Bild 24). Die NTC-Modulplatine ist mit einem SMD-NTC bestückt, der

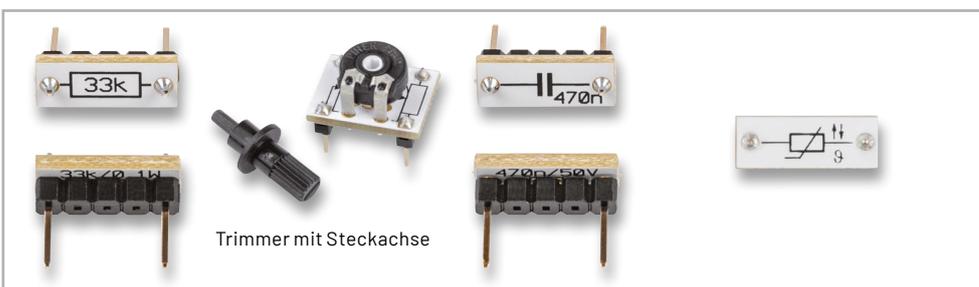


Bild 23: Widerstand, Potentiometer, Kondensator und NTC-Widerstand

bei einer Temperatur von 25 °C einen Widerstandswert von 10 kΩ aufweist. Diese spezielle Bauform

wird in der Regel zur Temperaturmessung eingesetzt.

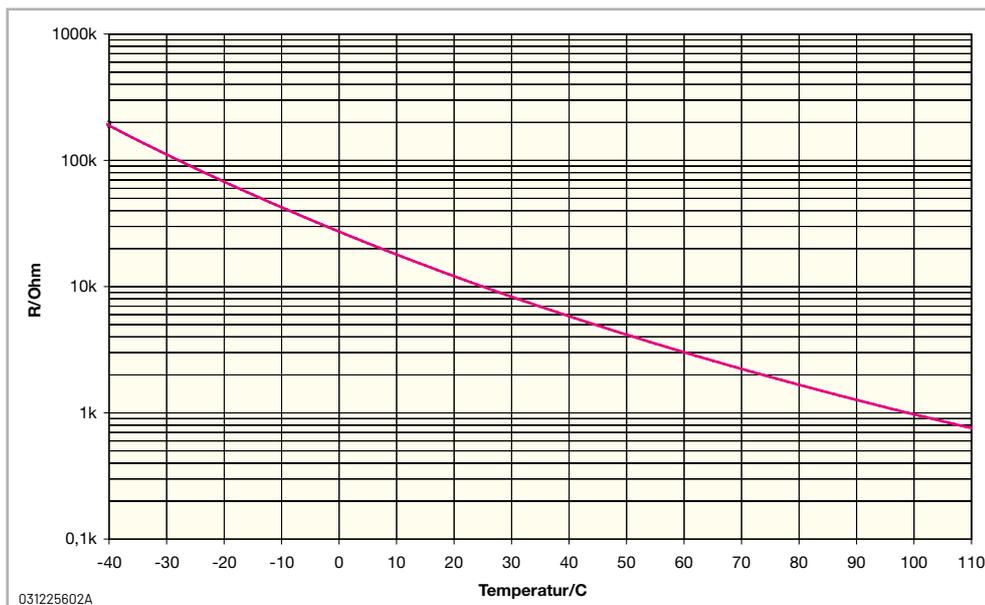


Bild 24: Kennlinie des NTC-Widerstands

Buchsen und Klemmen

Zum Anschluss externer Peripherie gibt es unterschiedliche Buchsen und Klemmleisten, wie in Bild 25 dargestellt. Die Klemmleiste ist werkzeuglos zu bedienen und wird mittels Druckstößel auf der Oberseite geöffnet. Dies kann durch Betätigen mit dem Finger geschehen.

Anschlüsse der USB-Micro-Buchse sind auf der Platine beschriftet. Normalerweise wird die USB-Buchse zur Spannungsversorgung (5 V) in Experimentierschaltungen eingesetzt. Es können aber

auch die Datenleitungen (D- und D+) abgegriffen werden. Die JST-PH-Buchse wird oft zum Anschluss von Batterien oder Akkus verwendet.

Für Audioanwendungen steht eine 4-polige Klinkenbuchse für 3,5-mm-Stecker zur Verfügung. Diese Klinkenbuchse verfügt über vier Kontakte, sodass z. B. auch Kopfhörer mit eingebautem Mikrofon (Head-Set) angeschlossen werden können. Diese Buchse ist kompatibel mit „normalen“ 3-poligen Klinkenbuchsen, wobei dann Kontakt 4 nicht beschaltet wird.

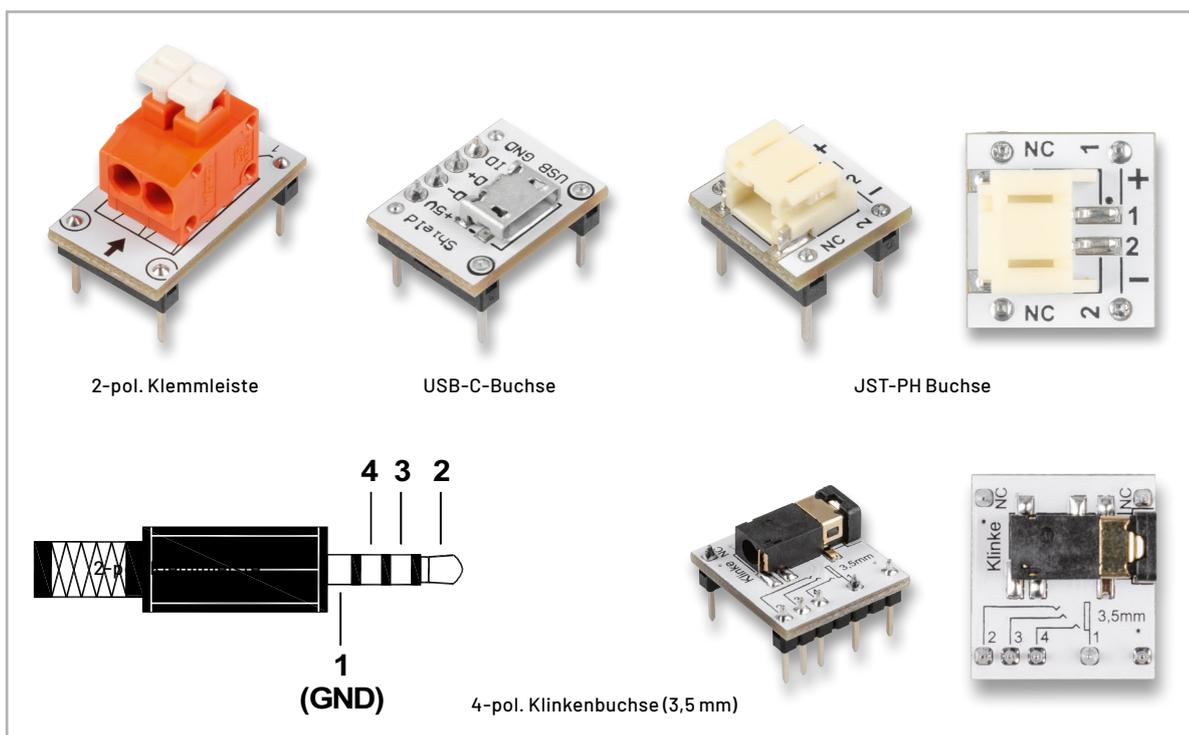


Bild 25: Buchsen und Klemmen

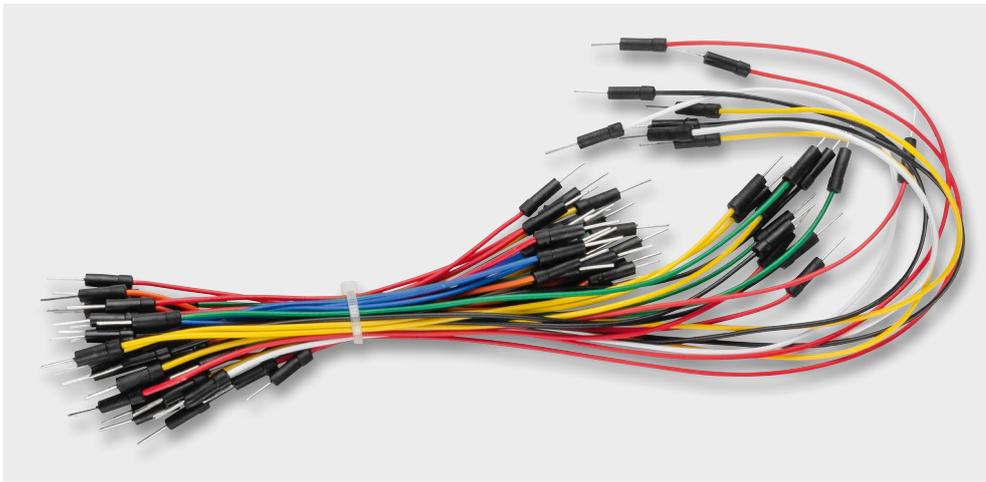


Bild 26: Flexible Steckkabel



Bild 27: Die unterschiedlichen Steckbrücken

Steckbrücken und Steckkabel

Zur Verkabelung bzw. Verdrahtung werden Verbindungsleitungen benötigt. Diese können aus flexiblen Steckkabeln (Bild 26) oder auch starren Steckbrücken (Bild 27) bestehen.

Kurze Verbindungen sollten mit starren Steckbrücken hergestellt werden, während größere Distanzen zweckmäßigerweise mit Steckkabeln hergestellt werden.

Bild 27 zeigt, dass diese Steckbrücken für unterschiedliche Raster ausgelegt sind. Die Steckbrücken werden wie Bauteile direkt auf dem Steckboard kontaktiert und machen die Schaltung übersichtlich.



Bild 28: Mit einer Pinzette können die Steckbrücken einfach eingesetzt und entfernt werden.

Zum besseren Handling liegt dem Set eine Pinzette bei, mit der die Steckbrücken einfach eingesetzt und wieder entfernt werden können, wie in Bild 28 zu sehen ist.



Bild 29: Stereo-Ohrhörer mit Klinkenstecker

Sonstige Bauteile

Für Schaltungen aus dem Audibereich steht ein Stereo-Ohrhörer zur Verfügung (Bild 29). Dieser ist mit einem 3,5-mm-Klinkenstecker ausgestattet und kann über die Klinkenbuchse mit dem Steckboard kontaktiert werden. Durch eine Impedanz von 32 Ohm benötigt der Ohrhörer keine Audio-Endstufe. Der in diesem Set enthaltene Operationsverstärker TLV272 ist in der Lage, diesen Ohrhörer anzusteuern.

Ein Vorteil gegenüber der Alternative Lautsprecher ist, das sich hiermit problemlos aufgebaute Audioverstärkerschaltungen testen lassen ohne Gefahr einer Rückkopplung.

Als Eingabeelement dienen zwei kleine Taster (Bild 30). Diese Taster werden vorwiegend in digitalen Schaltungen verwendet, bei denen z. B. digitale Eingangssignale generiert werden müssen wie „Start“ oder „Stopp“. Diese Miniaturtaster sind nur für kleine Ströme (max. 50 mA) ausgelegt.



Bild 30: Miniaturtaster

Eine nützliche Zusatzplatine stellt die sogenannte Spannungsschiene dar (Bild 31). In der Regel haben alle Steckboards spezielle Steckleistenreihen, die für die Spannungsversorgung der Schaltung genutzt werden können. Diese sind meist mit den Farben Rot für Plus (+) und Blau für Minus (-) gekennzeichnet. Diese Spannungsversorgungslinien befinden sich

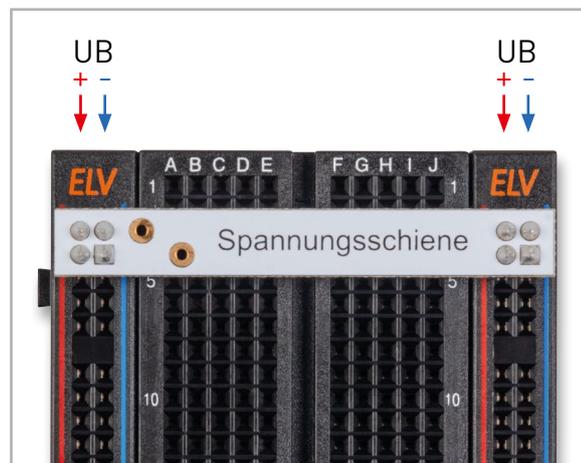


Bild 31: Die Spannungsschiene verbindet die internen Spannungsleitungen auf dem Steckboard.

an jeder Seite des eigentlichen Steckboards. Mit der Platine „Spannungsschiene“ werden diese beiden gegenüberliegenden Linien auf einfache Weise miteinander verbunden. So steht auf jeder Seite die positive und negative Spannungsversorgung zur Verfügung. Man braucht die Spannungsversorgung somit nur auf einer Seite einzuspeisen.

Übersicht aller im PAD-PRO-EXSB enthaltenen Bauteile

| Menge | Bezeichnung | Menge | Bezeichnung |
|-------|-------------------------------------|-------|-----------------------------|
| 1 | Kabelset | 2 | CM-RF-473-A, 47 k |
| 1 | Steckbrücken-Set, 5,1 mm, 35 Stück | 3 | CM-RF-104-A, 100 k |
| 1 | Steckbrücken-Set, 7,7 mm, 35 Stück | 2 | CM-RF-224-A, 220 k |
| 1 | Steckbrücken-Set, 10,3 mm, 35 Stück | 2 | CM-RF-105-A, 1 M |
| 1 | Steckbrücken-Set, 12,7 mm, 25 Stück | 1 | CM-RA-103-A, Trimmer, 10 k |
| 1 | Steckbrücken-Set, 22,8 mm, 15 Stück | 1 | CM-RA-104-A, Trimmer, 100 k |
| 1 | Pinzette | 1 | CM-RA-105-A, Trimmer, 1 M |
| 1 | Kopfhörer | 2 | CM-CF-102-A, 1 nF |
| 1 | CM-BB-01 | 2 | CM-CF-103-A, 10 nF |
| 2 | CM-IC-TLV272-B | 4 | CM-CF-104-A, 100 nF |
| 2 | CM-IC-ICM7555 | 2 | CM-CF-105-A, 1 µF |
| 1 | CM-IC-LMV431-A | 2 | CM-CF-106-A, 10 µF |
| 4 | CM-DG-151-A | 1 | CM-CF-107-A, 100 µF |
| 2 | CM-DL-RGB01, RGB-LED | 3 | CM-TB-BC847C-A |
| 1 | CM-DL-R02, LED, 3 mm, rot | 2 | CM-TB-BC857C-A |
| 1 | CM-DL-G02, LED, 3 mm, grün | 2 | CM-TF-IRLML2502PbF-A |
| 1 | CM-DL-002, LED, 3 mm, orange | 1 | CM-SB-01, BPW34 |
| 1 | CM-DL-W01, 3x weiß | 1 | CM-SV-01, Vibrationssensor |
| 1 | CM-FC-PJ35-B, Klinkenbuchse | 1 | CM-IF-105-A, Spule, 1 mH |
| 1 | CM-FC-USB1, USB-Buchse | 1 | CM-SM-01, Reed-Kontakt |
| 1 | CM-FC-W02, Klemmleiste, 2-pol. | 1 | CM-RN-N01, NTC-Widerstand |
| 1 | CM-MC-JST102, JST-Buchse | 1 | CM-PB-4101, Relais |
| 3 | CM-RF-101-A, 100R | 1 | CM-AS-03, Sound-Transducer |
| 3 | CM-RF-102-A, 1 k | 1 | CM-AM-04, MEMS-Mikrofon |
| 4 | CM-RF-103-A, 10 k | 2 | CM-PB-1101, Taster |
| 2 | CM-RF-223-A, 22 k | | |

Anwendungsbeispiel Treppenlichtautomat

Unser erstes Anwendungsbeispiel beschäftigt sich mit dem Timerbaustein ICM7555. Wir haben uns für dieses erste „Erfolgserlebnis“ mit unserem Set für eine Schaltung „Treppenlichtautomat“ entschieden. Die Schaltung lässt sich ohne großen Aufwand mit dem Timer ICM7555 realisieren.

Die grobe Funktion eines Treppenlichtautomaten ist vergleichbar mit einem Monoflop, also einem Flipflop, das nur für eine bestimmte Zeit seinen Zustand ändert. Durch ein Ereignis (Tastenbetätigung) wird ein zeitlich begrenztes Signal erzeugt, das in unserem Fall die Beleuchtung einschaltet. Schauen wir uns zunächst das Schaltbild an (Bild 32).

Der ICM7555 (NE555) besteht aus zwei Komparatoren (A und B) sowie einem RS-Flipflop. Das Flipflop wird jeweils über einen der beiden Komparatoren gesetzt (Set) bzw. zurückgesetzt (Reset). Der untere Komparator „B“ ist für das Setzen zuständig. Über ein negatives Signal am Anschluss Trigger (Pin 2) wird der Komparator dazu veranlasst, dass interne Flipflop zu setzen. Dies geschieht durch Betätigen des Tasters S1(Set).

Der Ausgang (Pin 3) wechselt nun auf High-Pegel, wodurch die angeschlossene LED leuchtet. Über die Widerstände R1 und P1 wird der Kondensator C1 anschließend aufgeladen. Die Kondensatorspannung von C1 ist mit dem Eingang „Threshold“ des Komparators „A“ verbunden. Erreicht die Spannung am Kondensator $2/3$ der Betriebsspannung U_B , schaltet der Ausgang des Komparators A auf High-Pegel und setzt das Flipflop zurück.

Wir erkennen, dass die Zeitspanne, in der das Licht (in unserem Fall die LED) eingeschaltet wird, von den Bauteilen R1, P1 und C1 abhängig ist. P1 ist ein veränderbarer Widerstand (Potentiometer), mit dem die Zeitspanne eingestellt werden kann. In un-

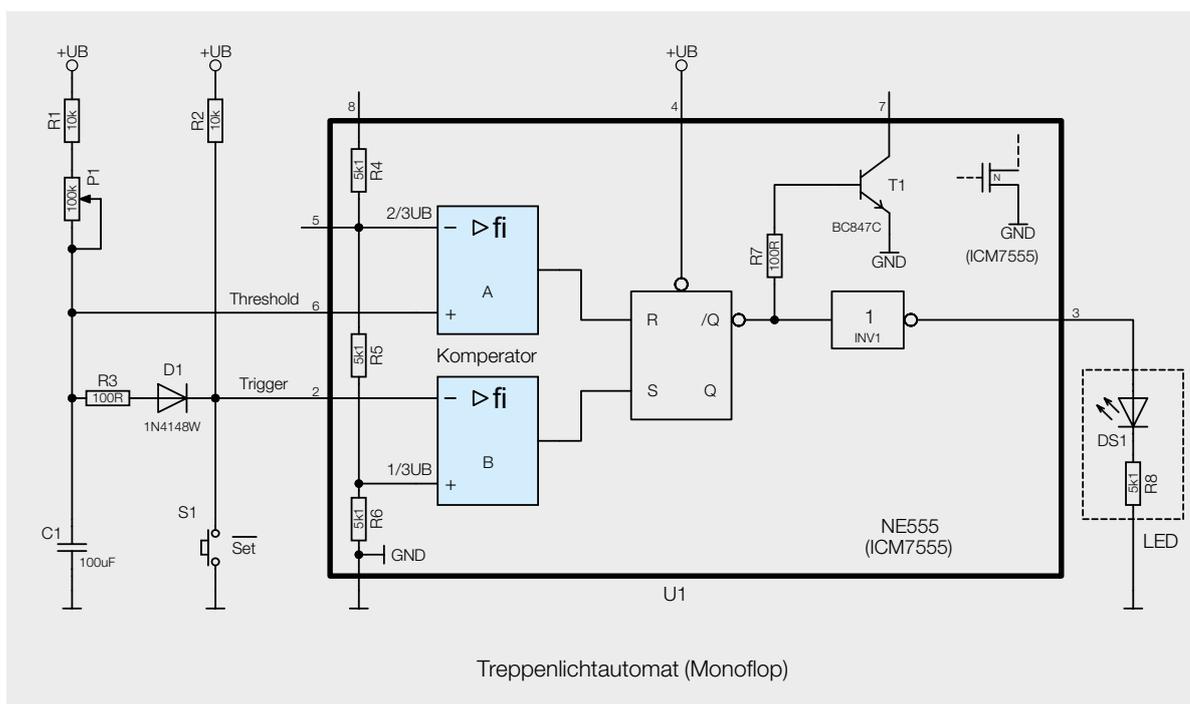
serem Fall sind dies 3 bis 30 Sekunden. In der Praxis, also bei einem echten Treppenlichtautomaten, würde man die Bauteilwerte vergrößern, um auf längere Einschaltzeiten zu kommen.

Beim erneuten Betätigen des Tasters S1 wird über den Widerstand R3 und die Diode D1 der Kondensator C1 entladen. Dies ist notwendig, da der Kondensator C1 sich beim Zeitintervall komplett aufgeladen hat. Da wir hier einen relativ großen Kondensator verwenden ($100\ \mu\text{F}$), können beim Entladen (Kurzschließen) kurzfristig hohe Entladeströme fließen, die den Schaltkontakt vom Taster auf Dauer beschädigen können. Deshalb schalten wir einen Widerstand von $100\ \text{Ohm}$ (R3) zwischen, um den Entladestrom zu begrenzen.

Nach dieser Erklärung der Funktion schauen wir uns nun an, wie man die Schaltung auf ein Steckboard bringt. Dazu gibt es mehrere Aufbauvarianten.

Bei den Experimentierplattformen EXSB1 und beim EXSB-Mini hat man den Vorteil, dass das Potentiometer auf dem Board bereits vorhanden ist und somit kein zusätzliches Bauteil verwendet werden muss. Zur besseren Veranschaulichung, wie die Bauteile zu verbinden sind, gibt es in Bild 33 ein spezielles Schaltbild mit eingezeichneten PAD-Modulen. Hier kommt auch die beschriebene Spannungsschiene zum Einsatz. Wie das Ganze in der Praxis aufgebaut auf einem EXSB-Mini aussieht, zeigt das Bild 34. Man erkennt deutlich den Einsatz von sowohl starren Steckbrücken als auch flexiblen Steckkabeln.

Die Spannungsversorgung führt hier an die Klemmen (5 V und GND) der Buchsenleiste J6. Beim EXSB-Mini kann die externe Spannungsversorgung über unterschiedliche Spannungsquellen erfolgen. Der einfachste Weg führt über ein 5-V-Steckernetzteil mit USB-Micro-Buchse, andere Steckernetzteile können hier aber ebenso angeschlossen werden.



Treppenlichtautomat (Monoflop)

Bild 32: Schaltbild des Treppenlichtautomaten

Der Aufbau auf dem EXSB1 sieht ähnlich aus, wie es in Bild 35 zu sehen ist. Dieses Experimentierboard bietet die umfangreichste Ausstattung. Die nutzbare Fläche ist sehr groß, da hier zwei Steckboards mit jeweils 830 Kontakten vorhanden sind. Zudem gibt es mehr Peripherie um das eigentliche Steckboard herum.

Das nächste Bild (Bild 36) zeigt, wie man preiswert die Schaltung auf einem „normalen“ Steckboard aufbaut. Hier wurden nur starre Steckbrücken verwendet, was sich in der Übersichtlichkeit bemerkbar macht. Ein Nachteil bei dieser Variante ist allerdings, dass die Bedienelemente (Taster und Potentiometer) wertvollen Platz auf dem Steckboard einnehmen. Für eine kleine Schaltung, wie bei diesem Treppenlichtautomaten, spielt der benötigte Platz noch keine große Rolle. Bei größeren Schaltungen kann es jedoch von Vorteil sein, wenn die Bedienelemente und z. B. Anschlussklemmen keinen Platz beanspruchen und extern ausgelagert werden wie beim EXSB1 oder EXSB-Mini.

Die Spannungsversorgung für diese Schaltung ist nicht kritisch und kann im Bereich von 5 V bis 12 V liegen. Ein Betrieb mit Batterien ist ebenfalls möglich. Möchte man in diesen Fall ein USB-Steckernetzteil (Handyladegerät) verwenden, kann man das USB-Buchsen-PAD nutzen. Die Spannungsanschlüsse (5 V und GND) sind auf der Platinenoberseite gekennzeichnet. **ELV**

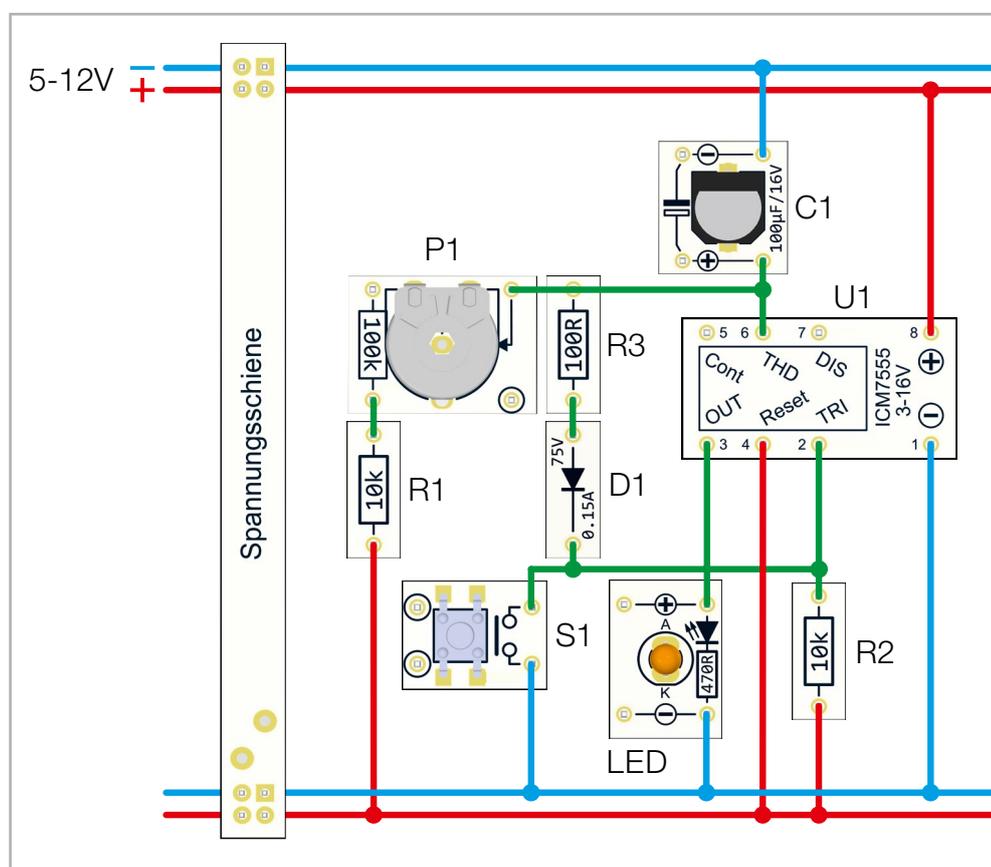


Bild 33: Verdrahtungsplan für das Treppenlicht

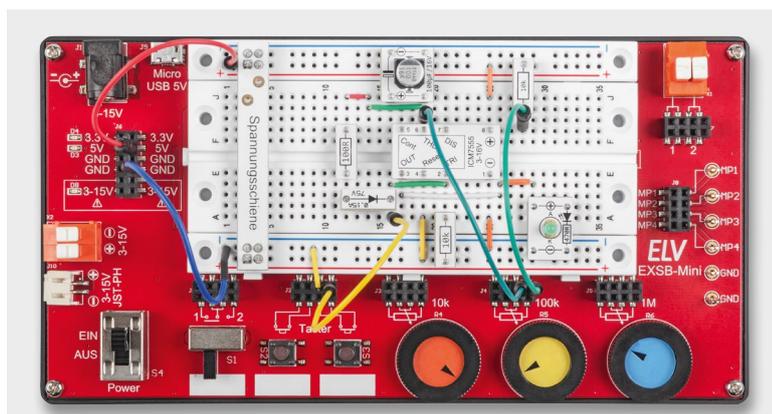


Bild 34: Die Schaltung für den Treppenlichtautomaten, aufgebaut auf einem EXSB-Mini

