

Spannungs-Spezialist

Batteriehalter-Aufsteckplatine BAP5

Mit der Batteriehalter-Aufsteckplatine BAP5 steht ein praktisches Hilfsmittel zur Spannungsversorgung von elektronischen Schaltungen im Kleinspannungsbereich zur Verfügung. Die mit einem effizienten Step-down-Schaltregler aufgebaute Platine kann stabilisierte Spannungen im Bereich von 1,8 V bis 5 V liefern, wobei die kleine Platine direkt auf Standard-Batteriehalter mit Druckknopf-Kontakten oder eine 9-V-Batterie aufgesteckt werden kann.

Bausatz-
beschreibung
und
Montagevideo



#10261

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben



Infos zum Bausatz BAP5



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,25 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Löterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Allgemeines

Kleine Hilfsmittel haben im Elektronikbereich einen hohen Nutzen, wenn dadurch auf teures zusätzliches Equipment verzichtet werden kann. Insbesondere im Hobbybereich haben Anwender nicht immer mehrere stabilisierte Netzteile zur Verfügung, um z. B. eine Experimentierschaltung mit verschiedenen Spannungen gleichzeitig zu versorgen. Oft werden dabei keine hohen Stromanforderungen gestellt, sodass Batterien oder Akkus problemlos ausreichen, wenn eine korrekte Ausgangsspannung zur Verfügung gestellt werden kann.

Die hier vorgestellte kleine Schaltung liefert die Lösung für derartige Anwendungsfälle, wobei die kleine Platine durchaus auch zur dauerhaften Versorgung einer Schaltung eingesetzt werden kann. Aufgrund der Konstruktion ist das kleine Aufsteckboard sehr gut mit einer 9-V-Blockbatterie bzw. einem 9-V-Akku oder einem Batteriehalter mit Druckknopf-Kontakten einsetzbar.

Moderne Elektronik wird – trotz höherer Leistungsfähigkeit – immer kleiner bei ständig sinkendem Stromverbrauch, und gleichzeitig kommen moderne Komponenten mit geringeren Betriebsspannungen aus (in der Regel unterhalb von 5 V). Der geringere Energieverbrauch aktueller Geräte hat natürlich auch die allgemeinen Anforderungen an die



Spannungsversorgung verändert, sodass eine Spannungswandlung mit möglichst hoher Effizienz erfolgen sollte.

Die Batteriehalter-Aufsteckplatine BAP5 erfüllt diese Anforderungen, da ein effizienter Step-down-Schaltregler zur guten Ausnutzung der Batterie-Kapazität zum Einsatz kommt.

Mithilfe einer Kodierbrücke kann die Ausgangsspannung in 5 Stufen konfiguriert werden, wobei die Spannungen 1,8 V, 3,0 V, 3,3 V, 3,6 V und 5 V zur Verfügung stehen.

Die Schaltung ist für eine Eingangsspannung von max. 13 V ausgelegt und die minimale Eingangsspannung beträgt bei 5 V Ausgangsspannung 6 V, bei allen anderen Ausgangsspannungen ist eine Eingangsspannung von 5 V vollkommen ausreichend.

Eine Eingangsspannungsüberwachung sorgt bei entladenen Batterien für ein definiertes Abschalten des BAP5.

Die komplette Platine ist von den Abmessungen kaum größer als ein 9-V-Batterieclip, wie in den Anwendungsbeispielen (Bild 1 bis Bild 3) gut zu sehen ist. Die Detailaufnahme in Bild 4 zeigt den Kodierstecker zum Ein- und Ausschalten des BAP5, und in Bild 5 ist der Kodierstecker zur Auswahl der Ausgangsspannung zu sehen. Zum Anschluss des Verbrauchers steht eine dreipolige Stiftleiste zur Verfügung, wie in Bild 6 zu sehen ist. Hier steht die Ausgangsspannung an Pin 1 gegen Masse (Pin 2) zur Verfügung.

Bei Pin 3 handelt es sich um einen sogenannten „Power fail“-Ausgang, an dem die Ausgangsspannung nur dann anliegt, wenn der Schaltregler nicht korrekt



Bild 1: BAP5 aufgesteckt auf einer 9-V-Blockbatterie



Bild 2: BAP5 aufgesteckt auf einen Batteriehalter

eingeschwungen ist und die „Feedback-Spannung“ 95 % des Sollwerts nicht erreicht, wie bei Überlastung oder zu geringer Eingangsspannung.

Wenn die zu versorgende Schaltung hohe Anforderungen an die Spannungsversorgung stellt, empfiehlt es sich, den „Power fail“-Anschluss zu nutzen (z. B. LED mit Vorwiderstand zur Anzeige).



Bild 3: Einsatz des BAP5 mit unterschiedlichen Batteriehaltern

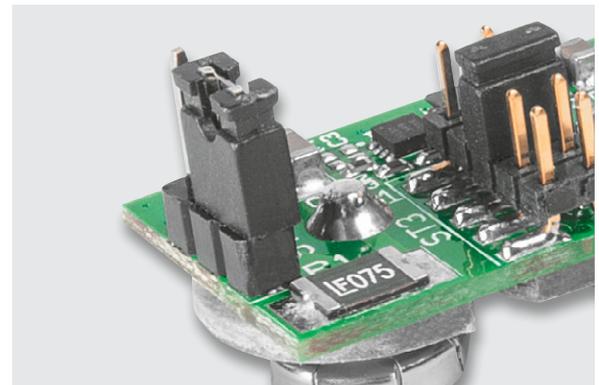


Bild 4: Kodierstecker zum Ein- und Ausschalten des kompletten Moduls

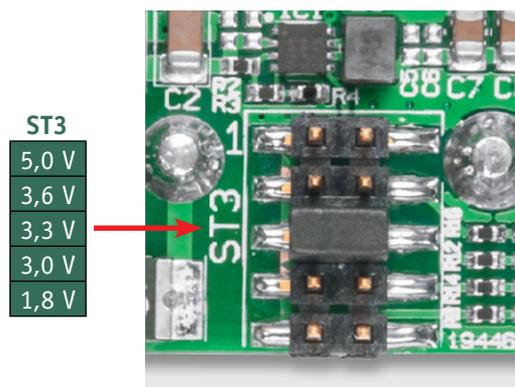


Bild 5: Kodierstecker zur Spannungsauswahl

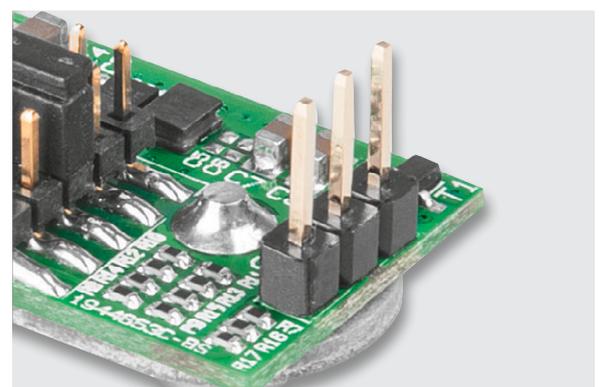


Bild 6: Stiftleiste zum Anschluss des Verbrauchers



Schaltung

In **Bild 7** ist die Schaltung des BAP5 dargestellt, wobei das zentrale Bauelement der Step-down Schaltregler TPS62125 (IC1) ist. Dieser Baustein ist aufgrund des geringen Eigenverbrauchs für Batterie-Anwendungen optimiert, und das Funktions-Blockdiagramm in **Bild 8** zeigt die interne Struktur.

Alle für die Funktion erforderlichen Stufen sind trotz der äußerst geringen Abmessungen von nur 2,1 x 2,1 mm im Baustein integriert. Zur Funktion des Schaltreglers werden an externer Beschaltung nur noch passive Bauteile benötigt.

Insgesamt verfügt der TPS62125 über 8 Anschlusspins, die folgende Funktionen aufweisen:

- Pin 1 **GND**: Schaltungsmasse
- Pin 2 **VIN**: Eingangsspannung (in unserem Fall 6 V bis 13 V_{DC})
- Pin 3 **EN**: Input Enable Comparator (sobald die Spannung an diesem Pin über 1,2 V ansteigt, wird der Schaltregler aktiviert; deaktiviert wird er, wenn die Spannung unter 1,15 V abfällt)
- Pin 4 **EN_hys**: Dieser Pin kann genutzt werden, um die Schalthysterese am Enable-Eingang zu vergrößern. Wenn die Funktion nicht genutzt werden soll, ist der Pin mit GND zu verbinden oder offen zu lassen.
- Pin 5 **FB**: Feedback. Die Ausgangsspannung wird diesem Pin über einen externen Spannungsteiler zugeführt und damit die Regelschleife geschlossen. Die Schaltung ist ausgeregelt, wenn sich hier eine Spannung von 808 mV einstellt.
- Pin 6 **VOS**: Ausgangsspannungs-Abstastpin für die DCS-Steuerung. Dieser Pin muss mit der Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers verbunden sein.
- Pin 7 **SW**: Anschluss des integrierten MOSFET-Schalttransistors. Hier ist die externe Speicherdrossel anzuschließen.
- Pin 8 **PG**: Power good, Open-Drain-Ausgang. Sobald die Ausgangsspannung den Sollwert erreicht hat, wechselt dieser Pin in unserer Schaltung von Low nach High.

Kehren wir nun zurück zum Schaltbild in **Bild 7**. Die Batteriespannung gelangt über das PTC-Sicherungselement auf die 3-polige Stiftleiste ST1, die zum Einschalten der kompletten Schaltung dient. Von hier gelangt die Spannung dann auf den Eingang (Pin 2) des Schaltreglers (IC1). Die beiden Kondensatoren C1 und C2 dienen zur Pufferung und Stabilisierung.

Mithilfe des Spannungsteilers R2 bis R4 werden die Schaltschwelle und die Hysterese für den Enable-Eingang (EN) vorgegeben. Sobald die Versorgungsspannung unterhalb von 3,9 V abfällt, wird der Schaltregler deaktiviert; er wird erst wieder freigegeben, wenn die Spannung über 4,9 V ansteigt. Dadurch wird verhindert, dass der Schaltregler bei einer Erholung der Batterie(n) nach dem Abschalten der Last sofort wieder aktiviert wird.

Da die FETs (Schaltstufen) in IC1 integriert sind, wird die Speicherdrossel (L1) direkt am Baustein angeschlossen.

Wie bereits erwähnt, wird die Ausgangsspannung durch die vom Ausgang zum Feedback-Pin (FB) zurückgeführte Spannung bestimmt. Die Ausgangsspannung ist in unserem Fall mithilfe der auf die Stiftleiste ST3 gesteckten Kodierbrücke veränderbar. Die Ausgangsspannung der Schaltung wird letztlich durch die Dimensionierung der Widerstände R6 bis R17 bestimmt. Es stehen folgende Ausgangsspannungen zur Verfügung: 1,8 V, 3,0 V, 3,3 V, 3,6 V und 5,0 V.

An ST2, Pin 1 kann die Ausgangsspannung gegenüber Schaltungsmasse (ST2, Pin 2) abgegriffen werden, wobei die Kondensatoren C7 und C8 zur Pufferung dienen. Um durch das „Power fail“-Signal im

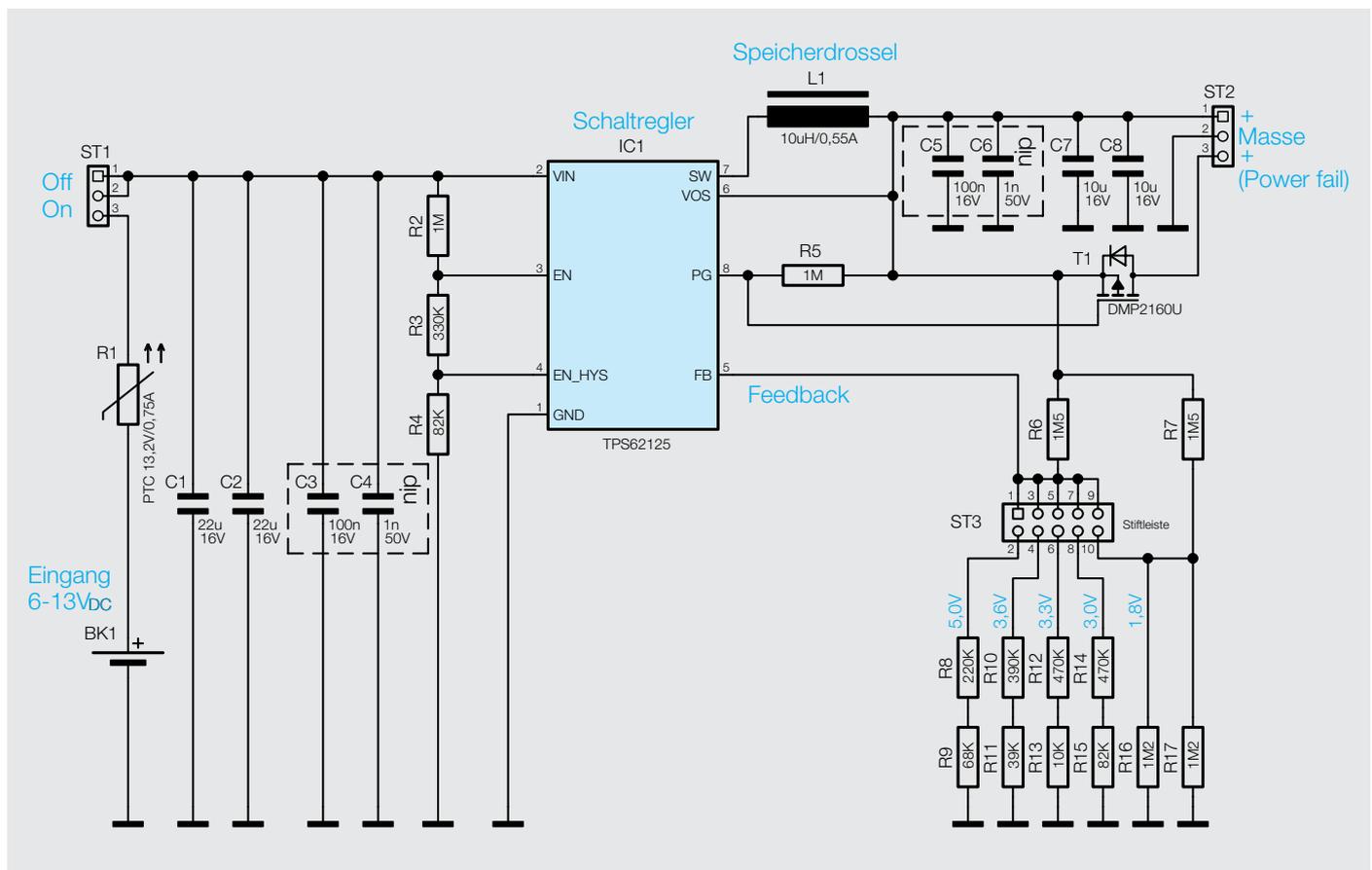


Bild 7: Schaltbild des BAP5

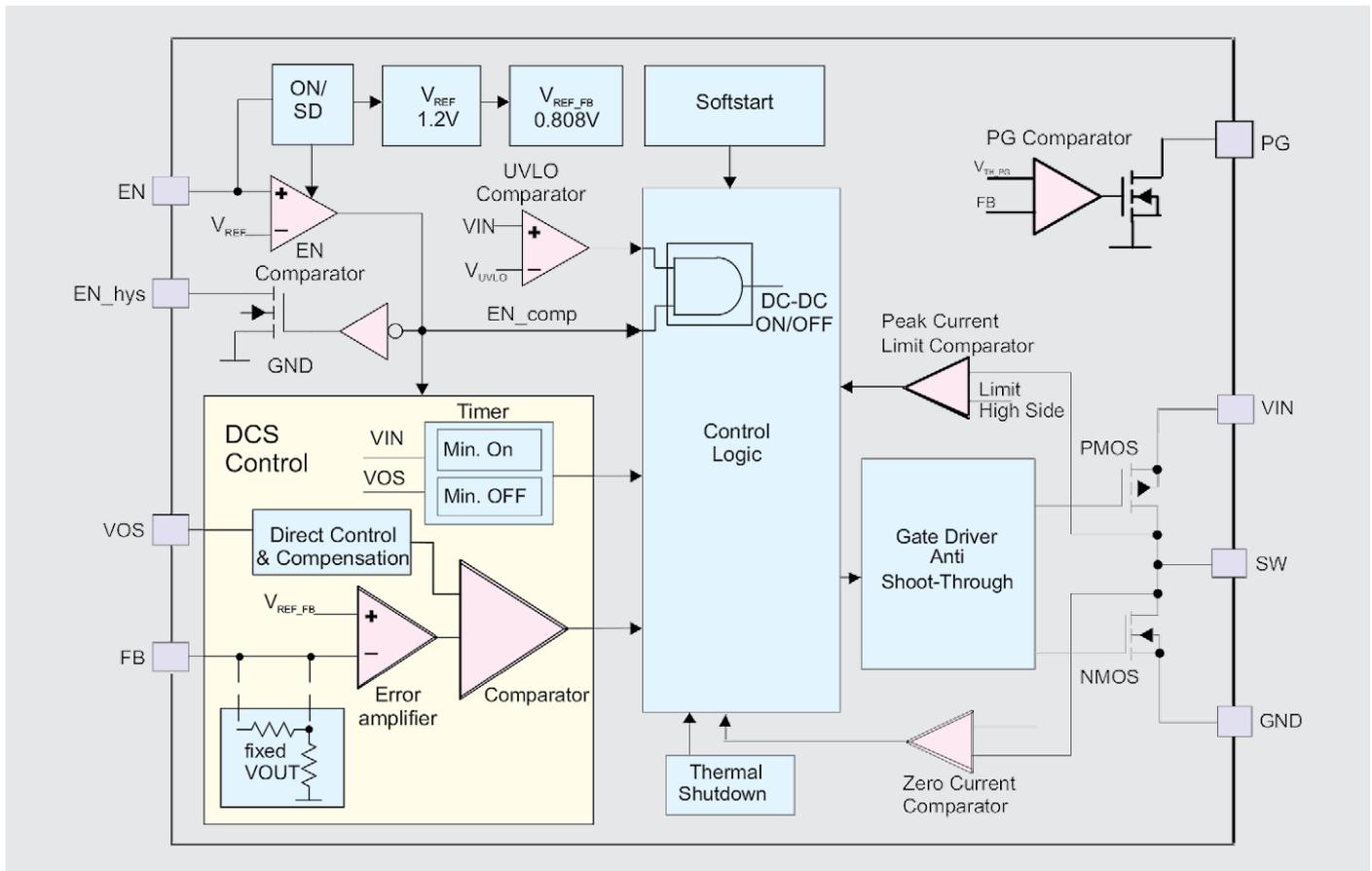


Bild 8: Interne Struktur des TPS62125

Bedarfsfall keine unnötige Energie zu verschwenden, erfolgt mithilfe des „Open drain“-Transistors T1 eine Signalinvertierung, wobei R5 als „Pullup“ dient. Da T1 nur im Fehlerfall durchschaltet („Power fail“), wird während des normalen Betriebs keine zusätzliche Energie verbraucht. Eine „Power fail“-Anzeige erfolgt, wenn der Schaltregler durch Überlast oder eine zu geringe Eingangsspannung den ausgeregelten Zustand nicht mehr erreicht. Zur optischen Anzeige des Fehlerzustands besteht somit die Möglichkeit, an Pin 3 von ST2 z. B. eine LED mit Vorwiderstand anzuschließen.

Der TPS62125 zeichnet sich durch eine hohe Effizienz aus, die von der Eingangsspannung und der Ausgangslast abhängig ist. Bild 9 zeigt die Effizienz in Abhängigkeit vom Laststrom bei 5-V-Ausgangsspannung und Bild 10 die Abhängigkeit von der Eingangsspannung.

Die Schaltung ist für einen maximalen Ausgangsstrom von 250 mA ausgelegt.

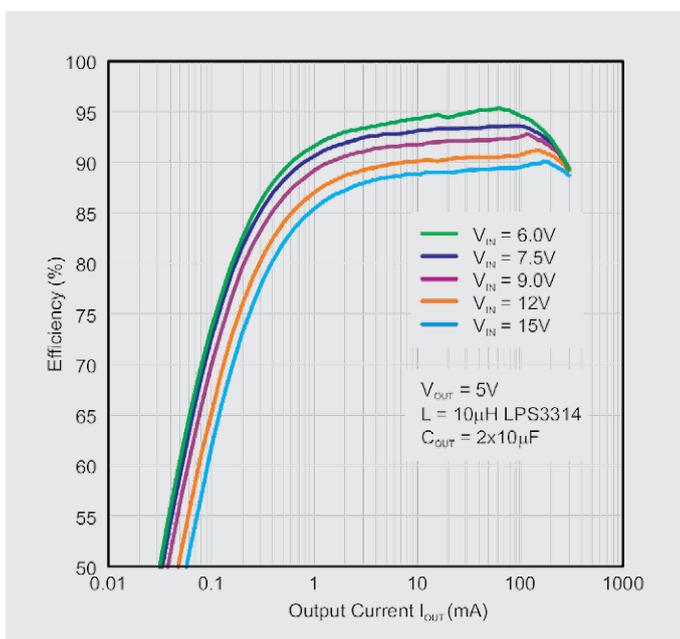


Bild 9: Effizienz in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom

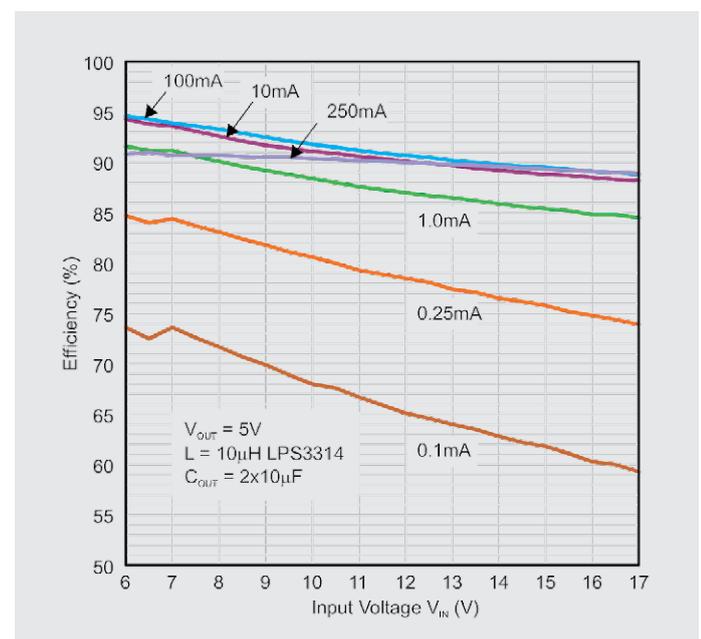
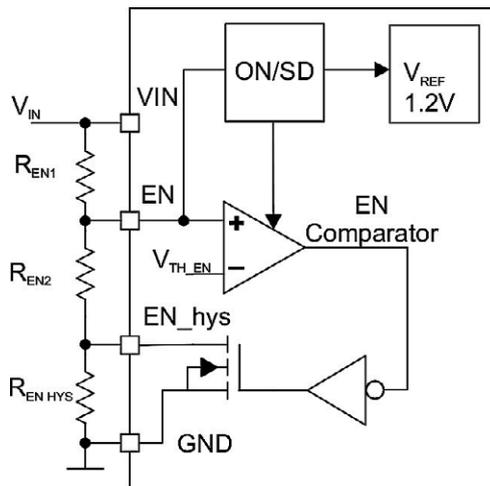


Bild 10: Effizienz in Abhängigkeit von der Eingangsspannung



Aktivierung und Deaktivierung des Schaltreglers

Wenn Akkus oder Akku-Packs zur Versorgung einer Schaltung genutzt werden, darf der Tiefentladeschutz nicht vernachlässigt werden. Akku-Technologien auf Lithium-Basis können bereits durch eine einzige Tiefentladung zerstört werden. Beim Schaltregler TPS62125 besteht die Möglichkeit, über den Enable-Eingang die Entladeschwelle der Eingangsquelle individuell zu konfigurieren. Da bei Akkus und Batterien nach dem Abschalten der Last Erholungseffekte auftreten, besteht auch die Möglichkeit, die Schalthysterese des Enable-Eingangs an die individuellen Anforderungen anzupassen. Die Anpassung der Schaltschwellen erfolgt durch die Dimensionierung eines Spannungsteilers mit 3 Widerständen. Die interne Struktur dieses IC-internen Schaltungsteils ist nachfolgend blockschaltmäßig dargestellt.



Die Eingangsspannung für den Start des DC/DC-Wandlers wird durch die Widerstände R_{EN1} und R_{EN2} bestimmt und folgendermaßen berechnet:

$$V_{IN_startup} = V_{EN_TH_ON} \times \left(1 + \frac{R_{EN1}}{R_{EN2}}\right) = 1.2V \times \left(1 + \frac{R_{EN1}}{R_{EN2}}\right)$$

Die Berechnung der Widerstandswerte erfolgt dann wie folgt:

$$R_{EN1} = R_{EN2} \times \left(\frac{V_{IN_startup}}{V_{EN_TH_ON}} - 1\right) = R_{EN2} \times \left(\frac{V_{IN_startup}}{1.2V} - 1\right)$$

Die Eingangsspannung, die zur Deaktivierung des Schaltreglers führt, wird durch die Widerstände R_{EN1} , R_{EN2} und R_{EN_HYS} bestimmt:

$$V_{IN_stop} = V_{EN_TH_OFF} \times \left(1 + \frac{R_{EN1}}{R_{EN2} + R_{EN_hys}}\right) = 1.15V \times \left(1 + \frac{R_{EN1}}{R_{EN2} + R_{EN_hys}}\right)$$

Die Berechnung des Widerstands R_{EN_HYS} erfolgt dann folgendermaßen:

$$R_{EN_hys} = \frac{R_{EN1}}{\left(\frac{V_{IN_stop}}{V_{EN_TH_OFF}} - 1\right)} - R_{EN2} = \frac{R_{EN1}}{\left(\frac{V_{IN_stop}}{1.15V} - 1\right)} - R_{EN2}$$

Für eine stabile Funktion sollte der Strom durch die Spannungsteilerkette mindestens 1 μ A betragen.



Wichtige Hinweise:

- Die Leitungslänge an ST2 darf 3 m nicht überschreiten!
- Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder Gegenständen gefährdet werden kann.

Widerstände:

10 k Ω /SMD/0402	R13
39 k Ω /SMD/0402	R11
68 k Ω /SMD/0402	R9
82 k Ω /SMD/0402	R4, R15
220 k Ω /SMD/0402	R8
330 k Ω /SMD/0402	R3
390 k Ω /SMD/0402	R10
470 k Ω /SMD/0402	R12, R14
1 M Ω /SMD/0402	R2, R5
1,2 M Ω /SMD/0402	R16, R17
1,5 M Ω /SMD/0402	R6, R7
Polyswitch/13,2 V/0,75 A/SMD/1812	R1

Kondensatoren:

10 μ F/16 V/SMD/0805	C7, C8
22 μ F/16 V/SMD/1206	C1, C2

Halbleiter:

TPS62125DSG/SMD	IC1
DMP2160U/SMD	T1

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 10 μ H/550 mA	L1
Stiftleisten, 1x 3-polig, gerade, print	ST1, ST2
Stiftleiste, 2x 5-polig, gerade, Gesamtlänge 8,7 mm	ST3
Batterieclip 9 V, vernickelt	BK1
Jumper ohne Griffflasche, geschlossene Ausführung	ST1
Jumper, RM = 2,0 mm, schwarz, ohne Fahne	ST3

Nachbau

Da bereits alle SMD-Komponenten werksseitig vorbe­stückt sind, ist der praktische Aufbau dieses kleinen Moduls zum Aufsetzen auf eine 9-V-Blockbatterie oder eines Batteriehalters schnell erledigt.

Bild 11 zeigt die Platine im Auslieferungszustand mit zugehörigem Bestückungsplan.

Im ersten Arbeitsschritt werden die Anschlüsse der beiden 3-poligen Stiftleisten ST1 und ST2 von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Bohrungen geführt und die Pins an der Platinenunterseite weitestgehend plan mit der Platinenoberfläche abgeschnitten. Es darf an der Platinenunterseite nur ein minimaler Überstand entstehen. Danach erfolgt das sorgfältige Verlöten der Pins, wobei auf eine rechtwinklige Ausrichtung zur Platine zu achten ist. **Bild 12** zeigt die fertig verlöteten Stiftleisten an der Platinenunterseite.

Die Batterie-Druckknopf-Anschlüsse (**Bild 13**) sind für Leiterplattenmontage vorgesehen. Nach dem Ein-

setzen mit korrekter Polarität entsprechend **Bild 14** erfolgt die sorgfältige Ver­lötung der Anschlüsse.

Das fertig aufgebaute Modul zum Aufsetzen auf einen Batteriehalter oder eine 9-V-Blockbatterie ist in **Bild 15** zu sehen. **ELV**

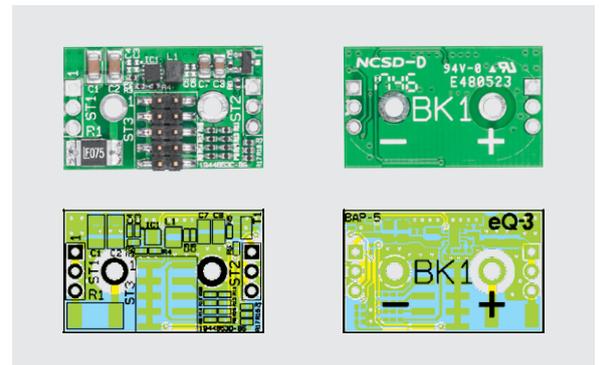


Bild 11: Die Platine im Auslieferungszustand, links die Oberseite und rechts die Lötseite, jeweils mit Bestückungsplan

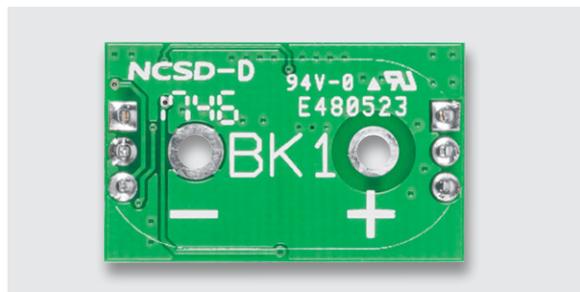


Bild 12: Verlöten der Stiftleisten an der Platinenunterseite

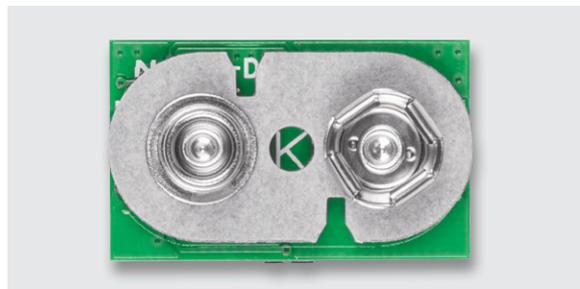


Bild 14: Von der Platinenunterseite eingesetzter Druckknopf-Anschluss. Die Verlötung erfolgt auf der Platinenoberseite.



Bild 13: Druckknopf-Kontakte für Leiterplattenmontage

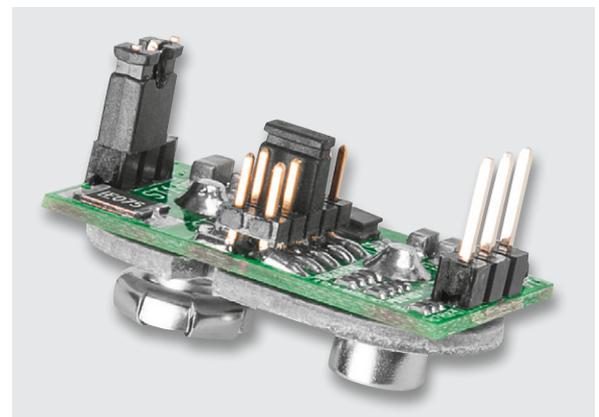


Bild 15: Platine mit Batterieanschlüssen in der Perspektive

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	BAP5
Versorgungsspannung:	6–13 V _{dc}
Ausgangsspannungen:	1,8 V/3,0 V/3,3 V/3,6 V/5,0 V (über Jumper auszuwählen)
Eingangsstrom:	320 mA max.
Ausgangsstrom:	0–250 mA
Abschaltswelle:	3,9 V
Wiedereinschaltswelle:	4,9 V
Einschalt-Hysterese:	ca. 1,0 V
Zusatzfunktionen:	Power-fail-Ausgang
Anschlüsse:	Druckknopf-Kontakte eingangsseitig, Stiftleiste ausgangsseitig
Montagemöglichkeiten:	aufsteckbar auf Batteriehalter mit Druckknopfkontakten oder 9-V-Blockbatterie oder Akku
Abmessungen (L x B x H):	26,5 x 16 x 16 mm
Gewicht:	4,4 g