

# Universal-Low-Dropout

## Spannungsregler LDO 5

Der Spannungsregler für alle Fälle, der in keinem Elektroniklabor fehlen sollte. Mit 5 unterschiedlichen, konfigurierbaren Ausgangsspannungen im Bereich von 2,7 V bis 5 V ist dieser Regler wie ein Standard-Spannungsregler im TO-220-Gehäuse zu bestücken, wahlweise in stehender oder liegender Ausführung.

### Allgemeines

Moderne Elektronik wird – trotz höherer Leistungsfähigkeit – immer kleiner bei ständig sinkendem Stromverbrauch. Gleichzeitig kommen moderne Komponenten mit geringeren Betriebsspannungen aus, in der Regel deutlich unter 5 V. Der geringere Energieverbrauch moderner Geräte hat natürlich auch die allgemeinen Anforderungen an Spannungsregler verändert, die mit geringer Ausgangsspannung nahezu ausschließlich in Miniatur-SMD-Ausführung erhältlich sind. Dadurch stößt der Hobby-Anwender schon an Grenzen, wenn er z. B. in einer eigenen Applikation ein Funkmodul mit 3-V-Spannungsversorgung einsetzen möchte.

SMD-Spannungsregler, deren Gehäuseabmessungen oft unter 3 x 3 mm betragen, sind vom Hobbyanwender kaum noch von Hand zu verarbeiten. Bei Aufbauten auf Lochraster-Platinen ist man dann völlig chancenlos. Für Abhilfe sorgt nun das hier vorgestellte kleine Modul, das wie ein Standard-3-Pin-Spannungsregler im TO-220-Gehäuse eingesetzt werden kann und 5 unterschiedliche, über Lötbrücken konfigurierbare Ausgangsspannungen mit bis zu 200 mA Strombelastbarkeit liefert. Die Abmessungen der in Bild 1 dargestellten Modulplatine betragen nur 10,3 x 21,7 mm.

Die Bilder 2 und 3 zeigen das Modul im Größenvergleich zu Standard-Spannungsreglern im TO-220-Gehäuse. Konfigurierbar sind die Ausgangsspannungen 2,7 V, 3,0 V, 3,3 V, 3,6 V und 5 V.

Je nach Ausgangskonfiguration und Anforderungen an den Eigenverbrauch hat das Modul mit 2,9 V bis 35 V einen sehr weiten Eingangsspannungsbereich und ist für unterschiedlichste Anwendungen im Hobbybereich geeignet. Ein kleiner Vorrat an diesen kleinen, preiswerten Modulen sollte daher in keinem Hobbylabor fehlen.

Im Betriebsspannungsbereich bis 5,5 V hat das Modul eine Ultra-Low-Dropout-Spannung von nur typisch 75 mV (erforderliche Differenz zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung für ein einwandfreies Regelverhalten), und aufgrund des geringen Eigenverbrauchs von ca. 10  $\mu$ A ist auch der Einsatz in Batterie-Anwendungen kein Problem. Selbst bei maximaler Ausgangslast steigt die Dropout-Spannung im ungünstigsten Fall nicht über 200 mV. Bei höheren Eingangsspannungen, die üblicherweise von Netzteilen geliefert werden, spielt die Dropout-

Eingangsspannung:	mit Vorregler bzw. bei 5 V Ausgangsspannung: 7–35 V ohne Vorregler (Low-Drop): 2,9–5,5 V
Ausgangsspannungen:	konfigurierbar: 2,7 V, 3,0 V, 3,3 V, 3,6 V, 5,0 V
Dropout-Spannung:	ohne Vorregler: max. 200 mV (typ. 75 mV) mit Vorregler bzw. bei 5-V-Ausgang: max. 1,9 V
Ausgangsstrom Vorregler:	max. 150 mA (zulässige Verlustleistung beachten)
Ausgangsstrom Low-Drop-Regler:	max. 200 mA (zulässige Verlustleistung beachten)
Verlustleistung Vorregler:	max. 500 mW
Verlustleistung Low-Drop-Regler:	max. 200 mW
Eigenstromaufnahme Low-Drop:	<10 $\mu$ A (inkl. externer Beschaltung)
Temperaturschutzschaltung:	bei Vorregler und Low-Drop-Regler: Chip-intern
Abm. (B x H):	21,7 x 10,3 mm



Bild 1: Die LDO-5-Spannungsregler-Module sind in stehender oder in liegender Position einbaubar.



Bild 2: LDO-5-Platine mit abgewinkelter Stiftleiste im Größenvergleich zu einem stehenden Standard-Spannungsregler im TO-220-Gehäuse



Bild 3: LDO-5-Platine mit gerader Stiftleiste im Größenvergleich zu einem liegenden Standard-Spannungsregler im TO-220-Gehäuse

Spannung eher eine untergeordnete Rolle. In dieser Konfiguration ist, um den hohen Eingangsspannungsbereich von 35 V zu erreichen, ein Standard-Regler mit 5 V Ausgangsspannung vorgeschaltet. Da bei unserem Modul Linear-Regler zum Einsatz kommen, ist bei höheren Betriebsspannungen natürlich unbedingt die max. zulässige Verlustleistung der beiden Regler-Bausteine zu berücksichtigen. Während der 5-V-Regler max. 500 mW Verlustleistung verkraften kann, beträgt die Verlustleistung des Low-Dropout-Reglers 200 mW.

## Schaltung

Die recht übersichtliche Schaltung unseres Universal-Low-Dropout-Spannungsreglers LDO 5 ist in Bild 4 zu sehen. Pin-Anordnung und Abstand von ST 1 entsprechen einem Standard-Spannungsregler, wobei wahlweise eine gerade oder eine abgewinkelte 3-polige Stiftleiste bestückt werden kann (je nachdem, ob die stehende oder liegende Einbauposition gewünscht wird).

Vom Eingang gelangt die unstabilisierte Betriebsspannung auf die Codierbrücke J 6 und den Eingang des 5-V-Reglers IC 1. Unstabilisierte Eingangsspannungen müssen vorher gepuffert werden, und C 1 verhindert hochfrequente Störeinflüsse auf den Eingang.

IC 1 kann direkt als 5-V-Regler genutzt werden oder dient bei Eingangsspannungen zwischen 7 V und 35 V zur Vorstabilisierung für den Low-Drop-Regler IC 2, der dadurch stabilisiert mit 5 V versorgt wird. Bei direkter Nutzung des 5-V-Reglers IC 1 ist einfach die Codier-Lötbrücke J 7 zu schließen. In diesem Fall wird dann der Low-Dropout-Regler IC 2 überhaupt nicht genutzt. Die interne Struktur von IC 1, dessen max. Strombelastbarkeit 150 mA beträgt, ist in Bild 5 dargestellt. Die Verlustleistung am Baustein darf 500 mW nicht überschreiten. Am Ausgang dient der Elko C 2 zur Schwingneigungsunterdrückung und C 3 verhindert in diesem Bereich HF-Störungen. Bei Eingangsspannungen zwischen 7 V und 35 V fungiert IC 1 zur Eingangsspannungsbegrenzung für den konfigurierbaren Low-Dropout-Regler IC 2 des Typs TPS73601 von Texas Instruments. Die Eingangsspannung von IC 2 beträgt dann immer 5 V und die gewünschte Ausgangsspannung zwischen 2,7 V und 3,6 V wird mit Hilfe der Lötbrücken J 2 bis J 5 ausgewählt. C 4 verhindert wiederum hochfrequente Störeinflüsse am Ausgang von IC 2. Zur Spannungseinstellung wird der konfigurierte Spannungsteiler direkt vom Ausgang (Pin 5) gespeist, dessen Mittelabgriff wieder auf den „Feedback“-Pin des Regler-ICs zurückgeführt wird. Der Spannungsteiler

bestimmt die Ausgangsspannung, und die Schaltung ist ausgeregelt, wenn an Pin 4 des ICs 1,204 V anliegt. Gut erkennbar ist auch die klassische Reglerstruktur anhand des Blockschaltbilds in Bild 6. Die Referenzspannung wird intern von einer „Bandgap“-Referenz mit 1,204 V generiert. Bei einer anderen Dimensionierung des Spannungsteilers wären auch abweichende Ausgangsspannungen im Bereich von 1,204 V bis 5 V realisierbar. Die Dimensionierung des Spannungsteilers errechnet sich nach folgender Formel:

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot 1,204V$$

Die Grafik in Bild 7 zeigt die hervorragenden Regeleigen-

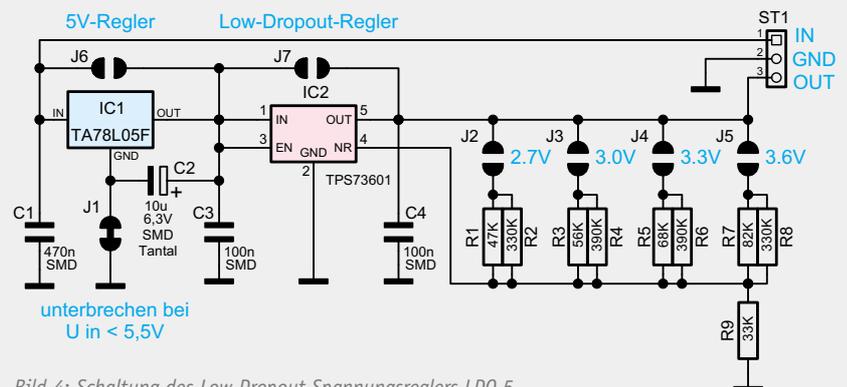


Bild 4: Schaltung des Low-Dropout-Spannungsreglers LDO 5

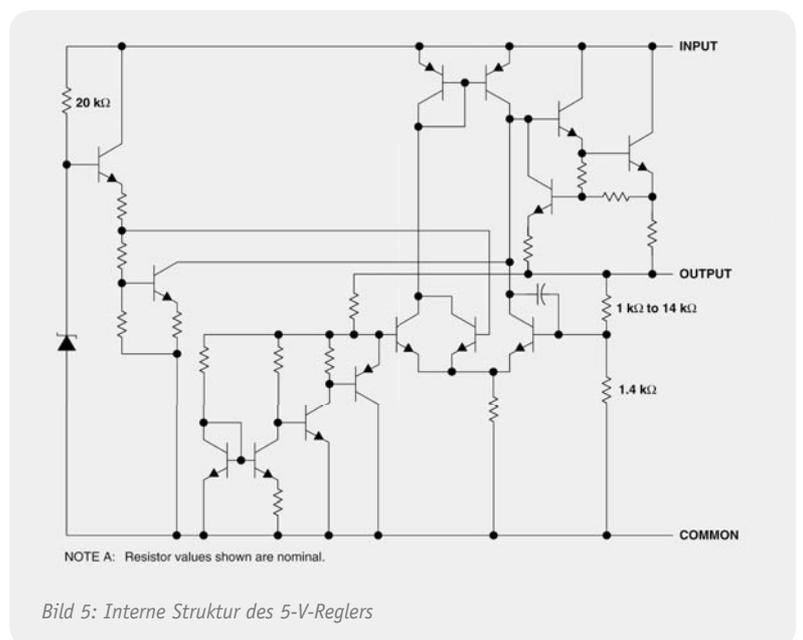
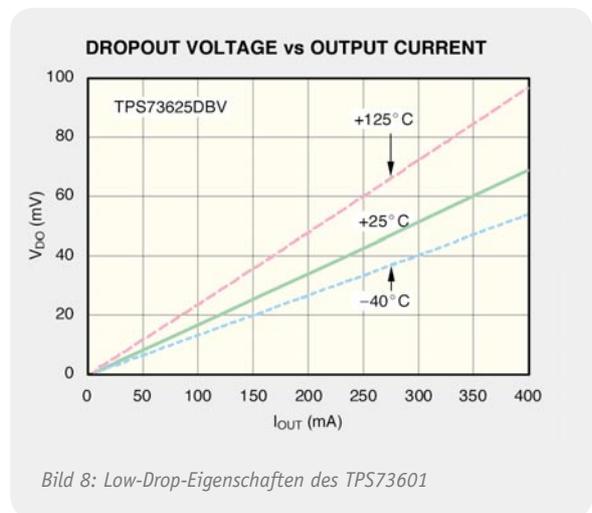
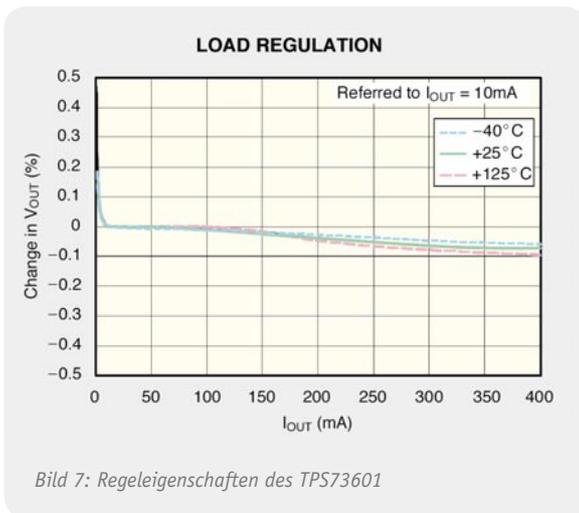
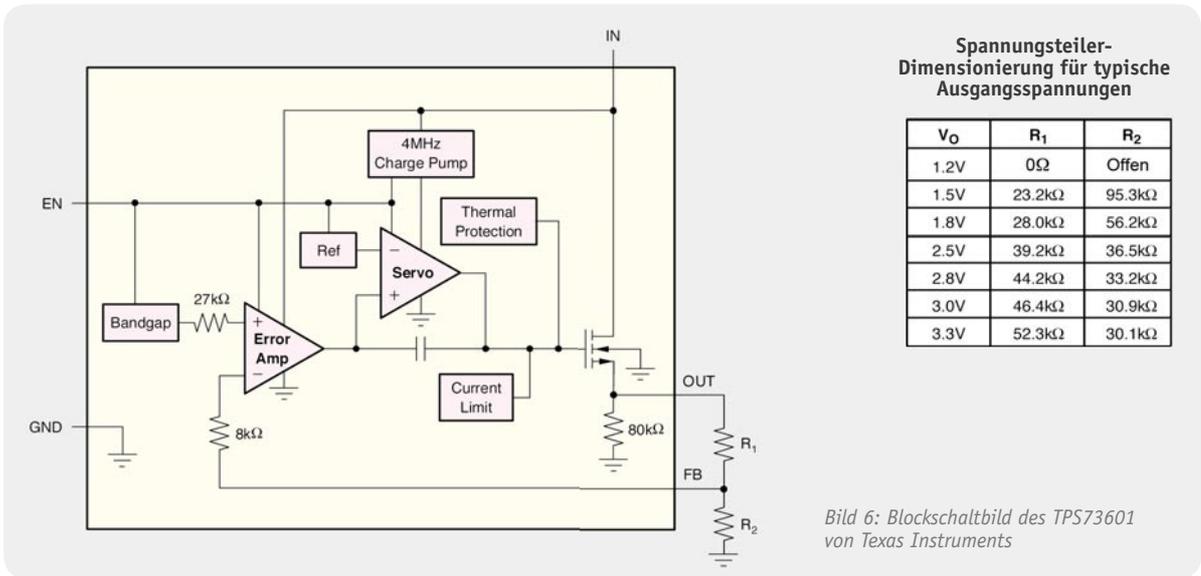


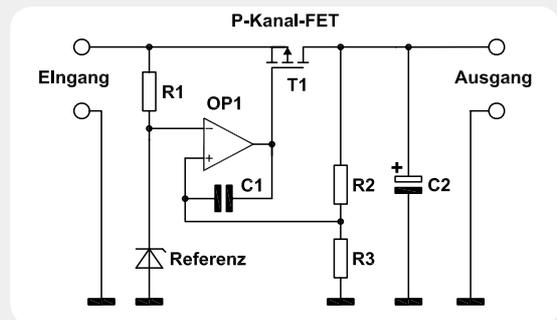
Bild 5: Interne Struktur des 5-V-Reglers



### Linear geregelte Spannungsstabilisierung (Längsregler)

Festspannungsregler arbeiten üblicherweise nach dem Prinzip eines Längsreglers, wobei es sich im Grunde genommen um integrierte, linear geregelte Netzteile handelt. Das vereinfachte Prinzipschaltbild zeigt die einfachste Lösung für die Realisierung eines Längsreglers, an der die grundsätzliche, recht einfache Funktionsweise gut zu erklären ist.

Für eine stabile Ausgangsspannung ist grundsätzlich immer eine Referenzspannungsquelle erforderlich, mit der die Ausgangsspannung ständig verglichen wird. In integrierte Spannungsregler wird dafür üblicherweise eine Bandabstandsreferenz (Bandgap) eingesetzt. In unserem Prinzipschaltbild sorgt die Referenz für eine stabile Spannung am invertierenden OP-Eingang. Solange die Spannung am nicht invertierenden Eingang unterhalb der Referenz liegt, steuert der OP den P-Kanal-Leistungs-FET (Längstransistor) durch und der OP-Ausgang sperrt diesen, sobald die Referenzspannung überschritten wird. Die Ausgangsspannung wird dabei durch die Dimensionierung



des Spannungsteilers  $R_2$ ,  $R_3$  bestimmt und der Kondensator  $C_1$  im Rückkopplungszweig und  $C_2$  am Ausgang verhindern Schwingneigungen. Wie im Blockschaltbild unseres Low-Dropout-Reglers zu sehen, kann für den FET auch ein N-Kanal-Typ eingesetzt werden. In diesem Fall erhöht sich aber der Schaltungsaufwand, da zur Steuerung des FETs eine höhere Spannung erforderlich ist als die Eingangsspannung des Reglers. Diese Aufgabe übernimmt in unserem Low-Dropout-Regler eine interne mit 4 MHz arbeitende Ladungspumpe. Da bei integrierten Schaltkreisen die Chipfläche und nicht der Aufwand entscheidend ist, kann sich der Mehraufwand durchaus rechnen.

schaften des Bausteins, wobei die Dimensionierung so gewählt werden sollte, dass die Parallelschaltung der Widerstände im Rückkopplungszweig (R 1 und R 2 im Blockschaltbild) ca. 19 k $\Omega$  ergibt.

Bei Eingangsspannungen unter 5,5 V ist der Regler IC 1 mit Hilfe der Lötbrücke J 6 zu überbrücken. In diesem Fall ist nur noch IC 2 aktiv und der Vorregler wird überhaupt nicht genutzt. Jetzt kommen natürlich die ausgezeichneten Low-Dropout-Eigenschaften des Bausteins (Bild 8) zum Tragen.

In Schaltungen mit Batterie-Betrieb oder wenn es aus anderen Gründen auf einen möglichst geringen Energieverbrauch ankommt (bei überbrücktem Vorregler), sollte mit Hilfe eines scharfen Abbrechklings-Messers die dünne Leiterbahn zwischen den Kontaktflächen von J 1 unterbrochen werden (Bild 9). Gleichzeitig wird dadurch der Tantal-Elko C 2 von Masse getrennt, so dass dessen Leckstrom keine Rolle spielt.

## Nachbau und Konfiguration

Da, abgesehen von der Stiftleiste ST 1, ausschließlich SMD-Komponenten zum Einsatz kommen und diese bereits werkseitig vorbestückt sind, kann man im Grunde genommen nicht mehr von einem Nachbau sprechen. Bei den passiven Bauteilen kommt sogar die besonders kleine Bauform 0402 zum Einsatz. Der Vergleich zu einer Bleistiftspitze in Bild 10 verdeutlicht die Größenverhältnisse. Je nachdem, ob das Modul nun in liegender oder in stehender Position eingesetzt werden soll, ist vom Anwender entweder die gerade oder



Bild 9: Durchtrennen der Masseverbindung des 5-V-Vorreglers



Bild 10: Die Größenverhältnisse des Moduls im Vergleich zu einer Bleistiftspitze

die abgewinkelte Stiftleiste einzulöten. Die Bilder 11 bis 15 zeigen die möglichen Konfigurationen der Ausgangsspannung, und in Bild 16 ist das Modul in der Low-Drop-Version mit überbrücktem Vorregler IC 1 zu sehen. Dabei ist zu bedenken, dass gegebenenfalls die Codierbrücke J 1 an der Platinenunterseite aufzutrennen ist. Dem Einbau in der gewünschten Anwendung steht nun nichts mehr entgegen. **ELV**



## Hinweis zum Betrieb

Für den Betrieb ist das Modul unbedingt in ein geschlossenes Gehäuse einzubauen, welches die Anforderungen an eine Brandschutzumhüllung erfüllen muss. Eine ausreichende Luftzirkulation ist sicherzustellen und sowohl der Eingang als auch der Ausgang sind entsprechend der Anwendung abzusichern.



Bild 11: Modul Ausgangsspannung 2,7 V



Bild 12: Modul Ausgangsspannung 3,0 V



Bild 13: Modul Ausgangsspannung 3,3 V



Bild 14: Modul Ausgangsspannung 3,6 V



Bild 15: Platine konfiguriert als 5,0-V-Regler



Bild 16: Modul in der Low-Dropout-Konfiguration mit überbrücktem 5-V-Vorregler



Die Platine von der Oberseite in Originalgröße mit zugehörigem Bestückungsdruck

## Stückliste

### Widerstände:

33 k $\Omega$  SMD 0402	R9
47 k $\Omega$  SMD 0402	R1
56 k $\Omega$  SMD 0402	R3
68 k $\Omega$  SMD 0402	R5
82 k $\Omega$  SMD 0402	R7
330 k $\Omega$  SMD 0402	R2, R8
390 k $\Omega$  SMD 0402	R4, R6

### Kondensatoren:

100 nF SMD 0402	C3, C4
-----------------	--------

470 nF SMD 0402	C1
10 $\mu$ F 6,3 V Tantal SMD	C2

### Halbleiter:

TA78L05F SMD	IC1
TPS73601DBV TI SMD	IC2

### Sonstiges:

Stiftleiste, 1x 3-polig, gerade	ST1
Stiftleiste, 1x 3-polig, abgewinkelt	ST1