

Spannungs-Kalibrator SK 10

Durch den Einsatz einer hochgenauen 10V-Präzisions-Spannungsquelle mit $\pm 0,05\%$ Absolutgenauigkeit und einer maximalen Temperaturdrift von $5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ erlaubt diese kleine Schaltung die Überprüfung und den Abgleich von Meßgeräten, wie z. B. Multimetern.

Allgemeines

In nahezu allen Bereichen der Elektronik, ob in der Entwicklung, in der Fertigung oder im Service, hat die Meßtechnik und dabei insbesondere die Spannungsmessung, eine hohe Bedeutung.

Zur Messung von Gleichspannungen werden üblicherweise Voltmeter oder Vielfachmeßgeräte eingesetzt, mit je nach Aufgabe unterschiedlichen Genauigkeitsanforderungen.

Grundsätzlich ist aber jede Messung mit Meßfehlern behaftet, die unter anderem auch durch Anzeigetoleranzen der Meßgeräte verursacht werden. Wie groß nun die zulässigen Anzeigetoleranzen des Meßgerätes sind, ist im allgemeinen in den Gerätespezifikationen angegeben. Letztendlich bestimmen die Auflösung und die Genauigkeit eines Meßgerätes im wesentlichen auch den Preis.

Messen bedeutet nun nichts anderes als

vergleichen. Bei Gleichspannungen werden dabei die zeitlich konstanten Augenblickswerte der Spannung am Meßeingang mit einer im Meßgerät integrierten, exakt kalibrierten Referenzspannung verglichen. Da üblicherweise herstellereitig ein Abgleich des Meßgerätes erfolgt, sind die wichtigsten Parameter einer internen Referenz eine hohe thermische Stabilität und eine geringe Langzeitdrift.

Je älter nun ein Meßgerät wird, desto mehr machen sich Langzeit-Drifterscheinungen bemerkbar.

Häufig verläßt man sich dann auf die Anzeige eines Meßgerätes, das auf Grund von Drifterscheinungen bereits weit außerhalb der angegebenen Spezifikationen liegt. Desweiteren können große Anzeigetoleranzen durch einen Defekt auftreten.

Um Fehlmessungen, verursacht durch hohe Anzeigetoleranzen, zu vermeiden, ist in regelmäßigen Zeitabständen eine Kalibrierung von Spannungs-Meßgeräten sinnvoll.

Bei der Kalibrierung wird durch Ver-

Technische Daten:

Ausgangsspannung (bezogen auf $U_{in} = 15 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$): $U_1 = 10,0 \text{ V} \pm 0,05\%$ $U_2 = 1,0 \text{ V} \pm 0,155\%$
Temperatur-Drift (U_1): max. $5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, typisch $< 2 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$
Stromquelle (U_1): max. 10 mA
Stromsenke (U_1): max. 10 mA
Stromverbrauch ohne Last: $< 3 \text{ mA}$
Eingangsspannung: $12 \text{ V} - 18 \text{ V DC}$ (3,5mm-Klinke)
Abmessungen (Platine) $82 \times 45 \text{ mm}$

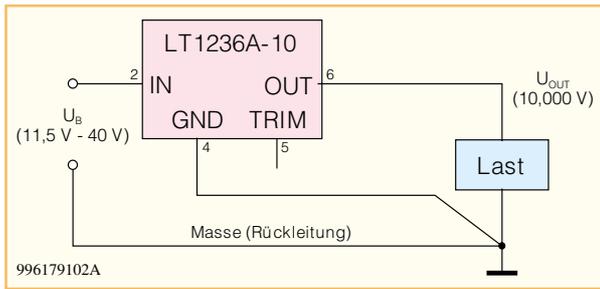


Bild 1: Der LT1236A-10 arbeitet wie ein Festspannungsregler, jedoch mit weit höherer Präzision

gleichmessungen überprüft, ob das Meßgerät innerhalb der spezifizierten Klassengenauigkeit liegt.

Gegebenenfalls ist dann ein Abgleich des Meßgerätes vorzunehmen.

Die Vergleichsmessungen werden mit einer Präzisionsspannungsquelle, entsprechender Absolutgenauigkeit und geringer Temperaturdrift durchgeführt. Zu große Toleranzen des Prüflings sind dann sofort zu erkennen.

Die in unserer Schaltung eingebaute Präzisionsreferenz von Linear-Technology zeichnet sich durch eine ultrageringe Drift aus und besitzt neben der hohen Absolutgenauigkeit eine exzellente Langzeitstabilität.

Ausgangsseitig kann der LT 1236 A bis zu 10mA liefern oder als Stromsenke 10mA aufnehmen. Der in einem 8poligen DIL-Gehäuse untergebrachte Baustein ist wahlweise in zwei Genauigkeitsstufen (A-Version oder B-Version) lieferbar. Die maximale Abweichung vom Absolutwert ist bei der von uns eingesetzten (besseren) A-Version mit 0,05 % spezifiziert.

Der von LT garantierte Temperatur-Koeffizient ist mit 5 ppm/°C angegeben, wobei als typischer Wert nur 2 ppm/°C spezifiziert ist.

Desweiteren besitzt der Baustein eine sehr hohe Stabilität gegenüber Eingangsspannungsschwankungen, die im Bereich von 14,5 V bis 40 V mit maximal 2ppm/V angegeben ist.

Der typische Wert, der von den meisten Exemplaren erreicht wird, liegt sogar bei 0,5 ppm/V.

Als externe Beschaltung werden beim

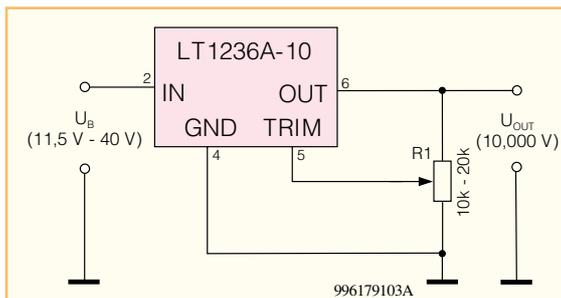


Bild 2: Mit einem Präzisions-Spindeltrimmer beträgt der maximale Abgleichbereich der Ausgangsspannung ± 70 mV

LT 1236 A nur wenige Block-Kondensatoren benötigt. Für eine weitere, bei Bedarf auch veränderbare Ausgangsspannung, ist unser Spannungs-Kalibrator SK 10 mit einem externen Spannungsteiler und nachgeschaltetem Pufferverstärker ausgestattet.

Bei der Genauigkeitsbetrachtung dieses Ausgangs ist dann natürlich die Genauigkeit der Spannungsteiler-Meßwiderstände (in unserer Schaltung 0,05 %) und der Eingangsspannungs-Offset sowie die Drift des verwendeten OPs zusätzlich zu berücksichtigen.

Von der Beschaltung ist der LT 1236 mit einem einfachen 3-Pin-Festspannungsregler (Abbildung 1) zu vergleichen, daß heißt, eine Eingangsspannung zwischen 11,5 V und 40 V ist auf Masse bezogen am Eingang anzulegen und ausgangsseitig steht dann, ebenfalls auf Masse bezogen, die hochgenaue Referenzspannung zur Verfügung. Im Gegensatz zu den meisten Festspannungsreglern ist der LT 1236-10 zusätzlich mit einem Trimm-Eingang ausgestattet, der einen exakten Abgleich der Ausgangsspannung im Bereich von maximal ±70 mV zuläßt. Dadurch kann die Abweichung der Ausgangsspannung vom Sollwert (max. 0,05 %) zwar eliminiert werden, jedoch muß dann zum Abgleich ein Meßgerät mit entsprechend höherer Genauigkeit zur Verfügung stehen.

Da dies in den meisten Fällen kaum der Fall sein dürfte, haben wir in unserer Schaltung auf die Beschaltung dieses Eingangs verzichtet.

Trotzdem möchten wir für den interessierten Leser auf die Möglichkeit hinweisen und die dann erforderliche, einfache Beschaltung kurz erläutern.

Mit einem einfachen Präzisions-Spindeltrimmer (Abbildung 2), dessen Widerstandswert zwischen 10 kΩ und 20 kΩ liegen sollte, ist der maximal mögliche Einstellbereich von ± 0,7 % zu überstreichen.

Mit dem Trimmer wird die Ausgangsspannung heruntergeteilt und über den Schleiferabgriff auf den Trimm-Eingang des LT 1236-10 gegeben. Da jedoch die Temperaturdrift und die Langzeitstabilität des Trimmers zu berücksichtigen sind, ist sinnvollerweise der Einstellbereich einzuengen.

Dies ist einfach, wie in Abbildung 3 dargestellt, mit einem in Serie zum Schleifer geschalteten

Widerstand möglich, der bei einem Widerstandswert von 68 kΩ nur noch einen Einstellbereich von ca. ±10 mV zuläßt.

Neben dem zuvor beschriebenen Einsatz als Längsregler, besteht auch die Möglichkeit, den LT 1236-10 als Stromsenke im sogenannten Shunt-Mode zu betreiben.

In diesem Fall wird der Baustein wie eine Z-Diode betrieben und der Eingangsspannung, wie in Abbildung 4 zu sehen, nicht beschaltet.

Die Dimensionierung des Widerstandes R 1 richtet sich nach der Betriebsspannung und wird wie folgt berechnet:

$$R = \frac{-U_{out} - (-U)}{I_{last} + 1,5 \text{ mA}}$$

Der Spannungs-Kalibrator SK 10 wird auf einfache Weise per Labornetzgerät oder Steckernetzteil mit Spannung versorgt

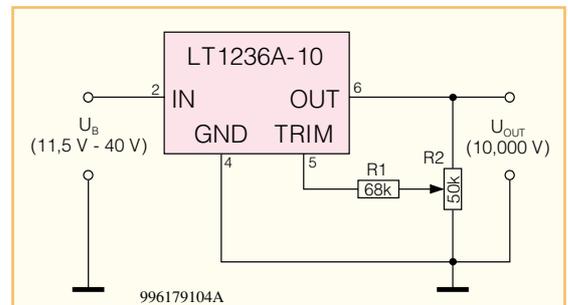


Bild 3: Einengung des Einstellbereichs auf ca. ± 10 mV

(3,5mm-Klinkenbuchse), wobei der Stromverbrauch der gesamten Schaltung mit weniger als 3 mA sehr gering ist. Die hochgenaue Referenzspannung steht dann ausgangsseitig an zwei Lötstiften mit Öse zur Verfügung.

Mit Hilfe eines Codiersteckers kann wahlweise die direkte Ausgangsspannung des LT 1236 A oder die heruntergeteilte Spannung vom OP-Ausgang auf den Schaltungsausgang gekoppelt werden.

Schaltung

In Abbildung 5 ist die mit sehr wenig Aufwand realisierte Schaltung des Spannungs-Kalibrators SK 10 dargestellt.

Die vom Labornetzteil oder vom Stek-

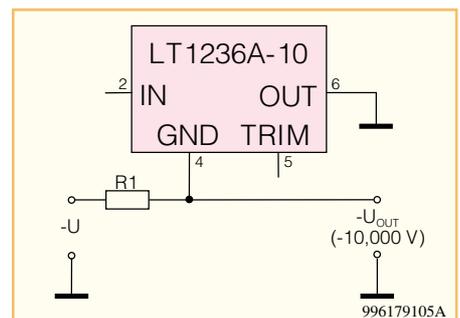


Bild 4: Betrieb des LT1236A-10 im Shunt-Mode

kernnetzteil kommende Betriebsspannung wird mit dem Pluspol an den Mittelkontakt und mit dem Minuspol an den Außenkontakt angeschlossen. Von hier aus gelangt die Spannung auf den zur Pufferung dienenden Elko C 2 und den Eingang (Pin 2) der Spannungsreferenz.

Die Transil-Schutzdiode D 1 schützt den Eingang vor elektrostatischer Entladung und C 1 verhindert hochfrequente Störeinkopplungen auf den Schaltungseingang.

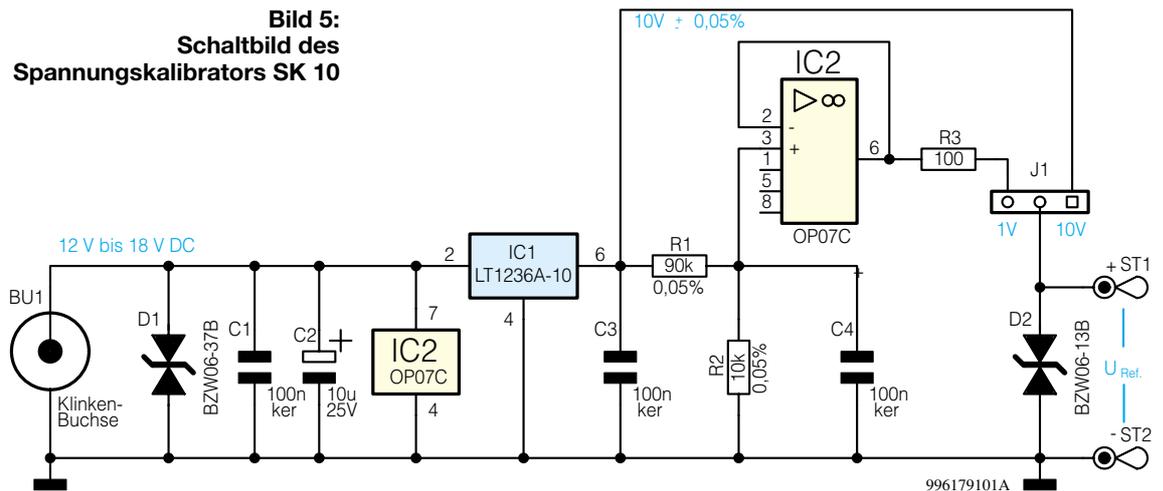
Die hochgenaue Referenzspannung von $10\text{ V} \pm 0,05\%$ steht an Pin 6 des LT 1236 A an und kann über den Codierstecker J 1 direkt auf den Ausgang (ST 1) gegeben werden. Die Transil-Schutzdiode D 2 dient auch hier zum Schutz vor elektrostatischer Entladung.

Zusätzlich wird die Referenzspannung mit Hilfe der beiden Meßwiderstände R 1 und R 2 auf 1 V heruntergeteilt und auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 2 gegeben.

Der ausschließlich als Puffer arbeitende OP zeichnet sich durch eine äußerst geringe Offset-Spannung von typisch $60\text{ }\mu\text{V}$ aus und als Maximalwert der Eingangs-Offset-Spannung ist $100\text{ }\mu\text{V}$ spezifiziert. Desweiteren ist die Drift der Offset-Spannung mit maximal $1,8\text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ nur minimal.

Wenn wir nun von einer Genauigkeit der Meßwiderstände von $0,05\%$ ausgehen, so

Bild 5:
Schaltbild des
Spannungskalibrators SK 10



beträgt die Abweichung der 1V -Referenzspannung, bezogen auf 25°C Umgebungstemperatur, unter ungünstigsten Voraussetzungen maximal $\pm 0,155\%$.

Nachbau

Der Nachbau dieser kleinen Präzisions-schaltung ist einfach, da nur wenige konventionelle, bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen. Der komplette Aufbau des SK 10 ist daher in weniger als einer halben Stunde zu bewerkstelligen.

Zuerst sind die Widerstände und die beiden Transil-Schutzdioden einzulöten, gefolgt von den Keramik-Kondensatoren, die mit möglichst kurzen Anschlußbeinen einzusetzen sind.

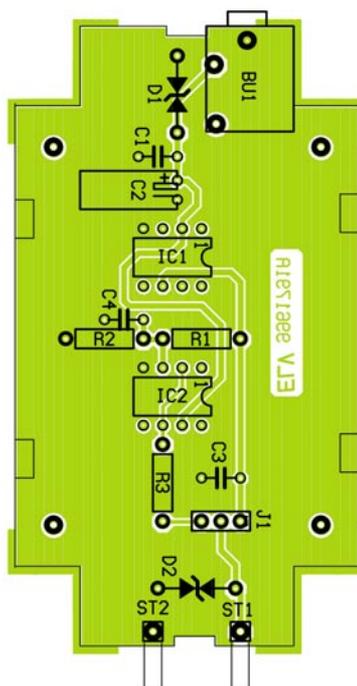
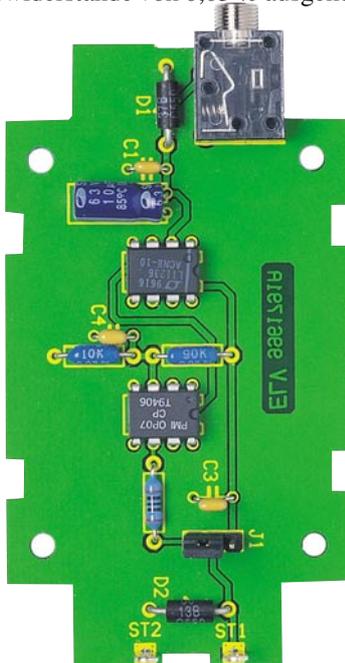
Danach ist unter Beachtung der korrekten Polarität der Elko C 2 in liegender Position zu bestücken. Sämtliche, an der Lötseite überstehende Drahtenden, werden im nächsten Arbeitsschritt mit einem

scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten, ohne die Lötstellen selbst dabei zu beschädigen.

Als dann sind die 3polige Stiftleiste J 1 und die 3,5mm-Klinkenbuchse BU 1 sorgfältig einzulöten, ohne daß die Kunststoffteile dabei zu heiß werden.

Die beiden Lötstifte mit Öse (ST 1, ST 2) werden zunächst stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen gepreßt und dann mit reichlich Lötzinn festgesetzt. Beim Einbau in das passende Gehäuse sind die Lötstifte dann um 90° in Richtung Platinaußenseite abzuwinkeln.

Es bleiben nur noch die beiden integrierten Schaltkreise im 8poligen DIL-Gehäuse zu bestücken. Diese sind so einzusetzen, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt. Die Überprüfung und Kalibrierung von Multimetern und anderen Spannungs-Meßgeräten ist mit dieser genauen Spannungsreferenz kein Problem mehr. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des Spannungskalibrators SK 10 mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste:	
Spannungskalibrator SK 10	
Widerstände:	
100Ω	R3
10kΩ/0,05%	R2
90kΩ/0,05%	R1
Kondensatoren:	
100nF/ker	C1, C3, C4
10µF/25V	C2
Halbleiter:	
LT1236A-10	IC1
OP07C	IC2
BZW06-37B	D1
BZW06-13B	D2
Sonstiges:	
Klinkenbuchse, 3,5mm, print, mono	BU1
Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
Stiftleiste, 1 x 3 polig	J1
1 Jumper	