



Schaltnetzteil-Modul SPM1505

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10082

Dank Einsatz eines modernen Schaltreglers zeichnet sich dieses leistungsfähige Schaltnetzteil-Modul trotz der geringen Abmessungen von nur 72 x 44 mm durch eine sehr hohe Ausgangsleistung aus. Durch die hohe Effizienz des Moduls sind selbst bei Dauerlast keine aufwendigen Kühlmaßnahmen erforderlich. Die Ausgangsspannung des SPM1505 ist zwischen 1 V und 15 V einstellbar und der max. Ausgangsstrom beträgt bei einstellbarer Strombegrenzung bis zu 5 A (max. 60 VA). Außerdem verfügt das Modul über einen weiten Eingangsspannungsbereich (17–30 V).

Allgemeines

Für unterschiedlichste Aufgaben im Elektronikbereich werden leistungsfähige Spannungsversorgungen benötigt. Wenn mehrere Netzteile gleichzeitig erforderlich sind, ist die Anschaffung von aufwendigen Labornetzgeräten oft zu teuer. Häufig vorhandene

externe Netzteile, z. B. von nicht mehr benötigten Laptops und Ähnlichem, kann man dann aufgrund der Ausgangsspannung nicht einsetzen.

Hier setzt nun unser Schaltnetzteil-Modul an, da dieses sehr gut z. B. von einem ausgedienten Laptop-Netzteil mit 19 V oder 20 V Ausgangsspannung gespeist werden kann. Am Ausgang des Moduls steht dann eine von 1 V bis 15 V einstellbare Spannung zur Verfügung, die bis 12 V mit 5 A dauerhaft belastet werden darf. Bei 15 V stehen immerhin noch 4 A Ausgangsstrom zur Verfügung. Durch den getakteten Schaltregler (Step-down) muss das externe Netzteil dafür ca. 3,2 A an Strom liefern können.

Der in unserem Modul verwendete Schaltregler hat bereits einen niederohmigen High-Side-MOSFET integriert und benötigt für die Schaltregler-Funktion keine weiteren aktiven Komponenten. Trotz der sehr geringen Abmessungen des SMD-ICs von nur 4,9 x 3,9 mm ist die Wärmeabfuhr über die Leiterplatte kein Problem. Bei normaler Luftkonvektion (ohne Lüfter) wird selbst bei Volllast kein Kühlkörper benötigt. Beim Einbau in ein Gehäuse muss natürlich

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	SPM1505
Ausgangsleistung:	max. 60 VA (bei ungehinderter Luftkonfektion)
Eingangsspannung:	17 bis 30 V _{dc}
Ausgangsspannung:	einstellbar von 1 V–15 V
Strombegrenzung:	einstellbar von 0,5 A–5 A
Ausgangsripple (Spannungsregelung):	< 50 mV _{eff} bei Volllast
Ausgangsripple (Strombegrenzung):	< 200 mV _{eff}
Temperaturbereich:	-10 °C bis +35 °C
Anzeige:	LED-Betrieb, LED-Strombegrenzung
Bedienelemente:	Einstellpoti Spannung und Einstellpoti Strombegrenzung
Abmessungen (B x H x T):	72 x 44 mm



eine entsprechende Konvektionsmöglichkeit berücksichtigt werden, um einen Wärmestau zu verhindern.

Die Bedienung ist einfach, und wie bereits erwähnt ist die Ausgangsspannung zwischen 1 V und 15 V einstellbar. Des Weiteren steht eine einstellbare Strombegrenzung von 0–5 A zur Verfügung. Selbstverständlich ist das SPM1505 dauerkurzschlussfest.

Die maximale Ausgangsleistung beträgt 60 VA, sodass aufgrund des PWM-Schaltreglers die maximal mögliche Stromentnahme des SPM1505 von der eingestellten Ausgangsspannung abhängig ist. Bis zu 12 V Ausgangsspannung kann das SPM1505 einen max. Ausgangsstrom von 5 A liefern, während sich bei 12 V bis 15 V die Dauerstrombelastbarkeit auf 4 A verringert.

Nachfolgend die wesentlichen Features des SPM1505:

- Einstellbare Ausgangsspannung von 1 V bis 15 V
- Einstellbare Strombegrenzung von 0 A bis 5 A
- Maximale Dauerausgangsleistung 60 VA
- Kein Kühlkörper erforderlich, da geringe Verlustleistung
- Dauerkurzschlussfest
- Anschlussmöglichkeiten für Panelmeter (Spannung und Strom)
- Großer Eingangsspannungsbereich (17 V bis 30 V)
- LED-Betriebsanzeige
- Anzeige der aktiven Strombegrenzung

Anschluss und Bedienung

Der Anschluss und die Bedienung des SPM1505 sind sehr einfach und im Grunde genommen selbsterklärend. Die z. B. von einem Laptopnetzteil kommende Eingangsspannung zwischen 17 V und 30 V ist mit dem Pluspol an ST2 (alternativ kann auch ST1 verwendet werden, worauf wir in der Schaltungsbeschreibung näher eingehen) und mit dem Minuspol an ST3 zuzuführen.

Bei mehr als 12 V Ausgangsspannung ist eine minimale Eingangsspannung > 17 V erforderlich. Unter einer Ausgangsspannung von 12 V reicht eine Eingangsspannung von 15 V.

Folgender Hinweis ist zu beachten:

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln.

Für die Ausgangsspannung stehen die Anschlüsse ST4 (Pluspol) und ST5 (Minuspol) zur Verfügung.

Ein optionales Panelmeter für die Ausgangsspannung ist an ST8 und ST9 anzuschließen. Bei der Standarddimensionierung entsprechen dabei 15 V Ausgangsspannung 150 mV an ST8 und ST9. Ein weiteres optional anschließbares Panelmeter für den Ausgangsstrom kann an ST6 und ST7 angeschlossen werden. Hier entsprechen 5 A Ausgangsstrom 200 mV (ebenfalls bei Standarddimensionierung).



Wichtiger Hinweis:

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. Das Gehäuse muss die Anforderungen an eine Brandschutzumhüllung gemäß EN 60950-1 erfüllen.

Mithilfe des Potis R28 kann die Ausgangsspannung im Bereich von 1 V bis 15 V eingestellt werden und mithilfe des Potis R14 die Strombegrenzung zwischen 0 und 5 A. Da die meisten Netzteile als Spannungsregler eingesetzt werden, wurde das SPM1505 auch in erster Linie als Spannungsregler konzipiert. Zugunsten eines bestmöglichen Preis-Leistungs-Verhältnisses wird bei aktiver Strombegrenzung ein höherer Ausgangsripple in Kauf genommen. Mit dieser Einschränkung ist das SPM1505 für viele Anwendungen trotzdem auch als Konstantstromquelle einsetzbar. Die aktive Strombegrenzung wird mithilfe einer roten LED angezeigt.

Eine zusätzliche grüne LED dient zur Betriebsanzeige des SPM1505.

Die Ausgangsspannung ist mit dem Trimmer R26 abzugleichen. Um immer eine einwandfreie Regelung sicherzustellen, erfolgt der Abgleich an der unteren Einstellgrenze (bei 1 V).

Blockschaltbild

Das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen des SPM1505 veranschaulicht das Blockschaltbild in Bild 1.

Die Eingangsspannung z. B. von einem ausgedienten Laptopnetzteil gelangt zunächst auf ein Filter, um netzgebundene Störrückwirkungen aus dem SPM1505 auf das Versorgungsnetz zu verhindern. Danach gelangt die Eingangsspannung auf den PWM-Schaltregler, der wiederum am Feedback Eingang zur Spannungs- und Stromvorgabe gesteuert wird. Der Schaltregler

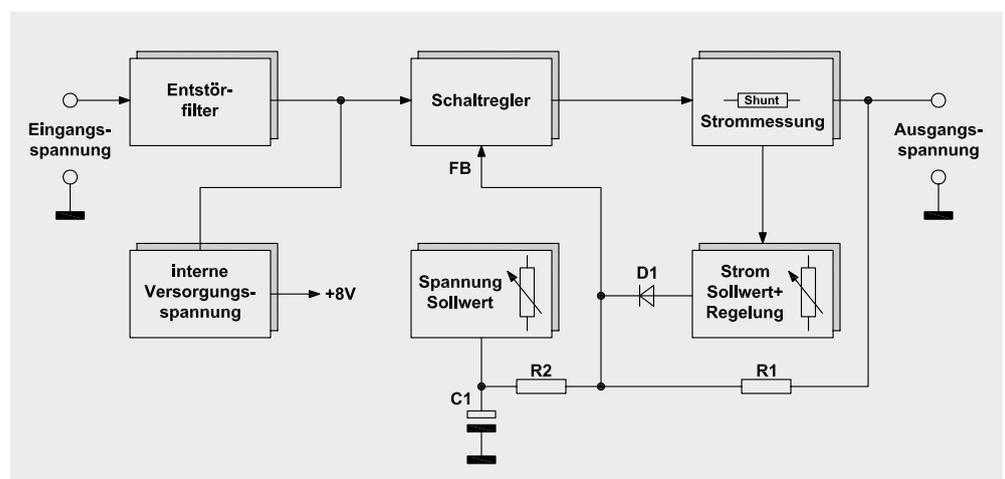
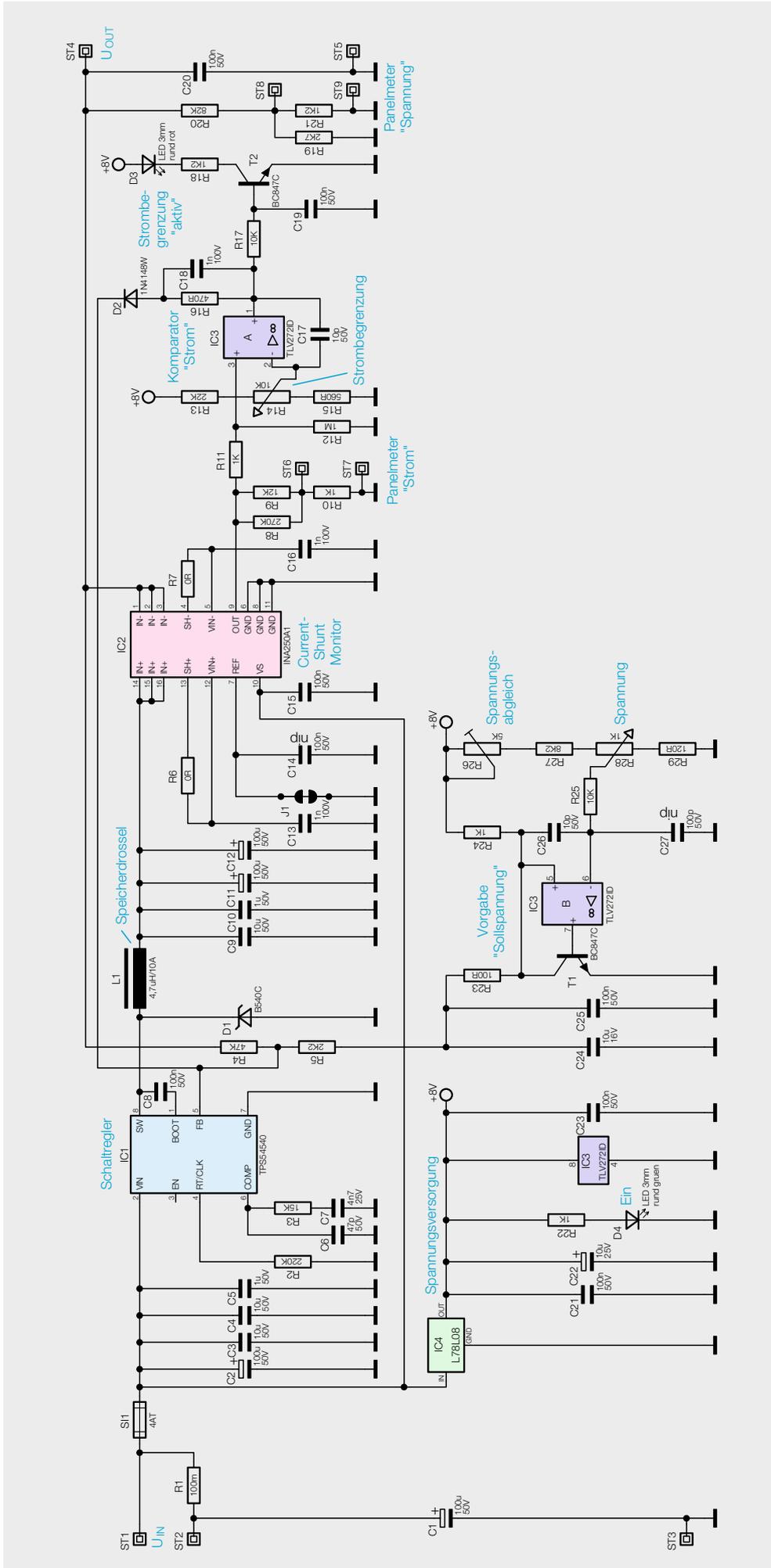


Bild 1: Blockschaltbild des SPM1505



Bild 2: Gesamtschaltbild des SPM1505



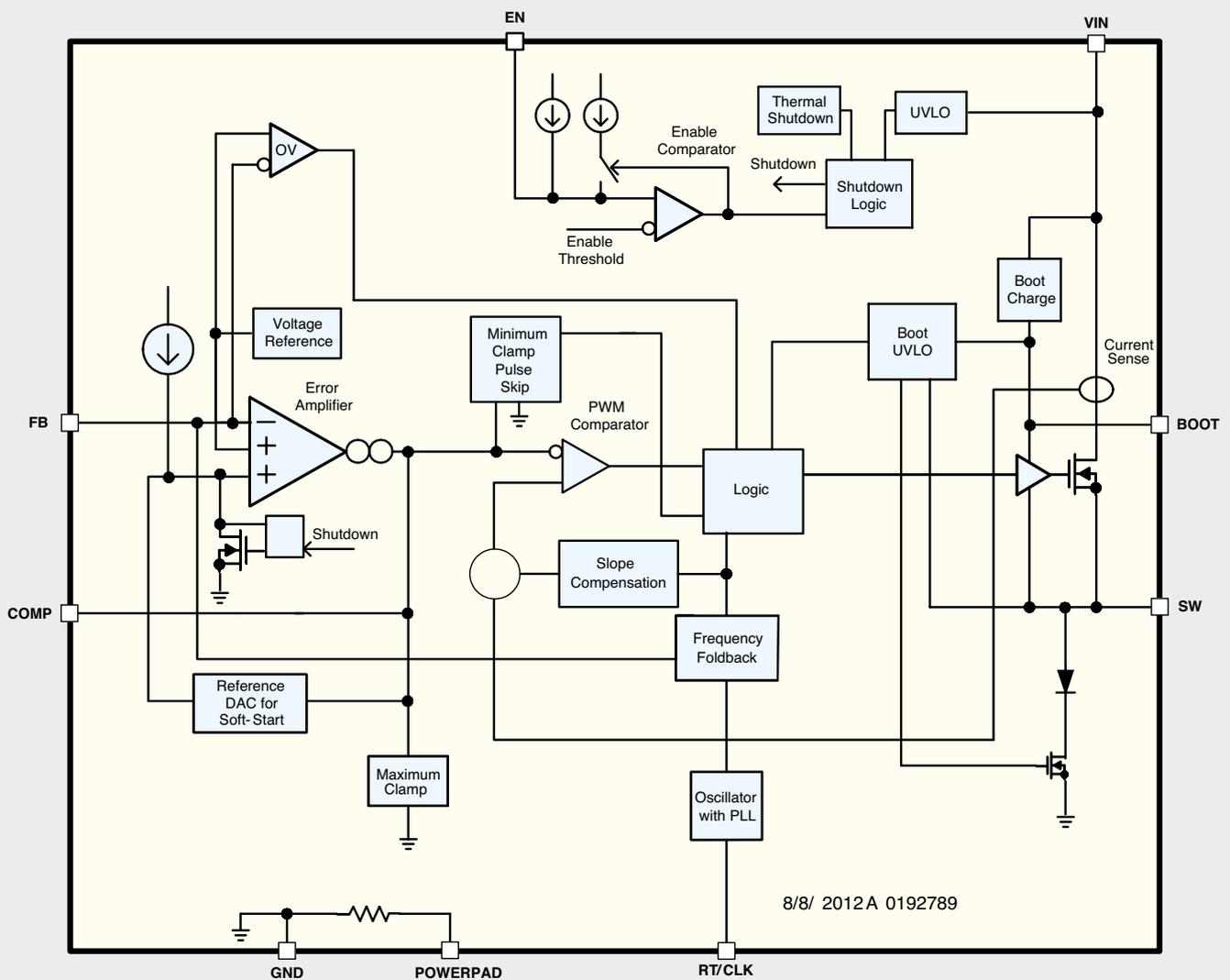


Bild 3: Funktionsblattschaltbild des TPS54540

sperrt, sobald die Spannung am Feedback-Eingang 800 mV überschreitet, und wird wieder freigegeben, sobald die Spannung hier unter 800 mV abfällt.

Dazu wird direkt am Ausgang die Spannung abgegriffen und über den Spannungsteiler R1, R2 (Bild 1) auf den Feedback-Eingang geführt. Die Spannungseinstellung erfolgt hier mit einem kleinen Trick, indem der Fußpunkt des Spannungsteilers nicht auf Massepotenzial liegt, sondern von der Spannungssollwertvorgabe gesteuert wird. Durch diese Schaltungsmaßnahme wird ein Einfluss der Sollwertvorgabe auf die schnellen Regeleigenschaften des mit ca. 500 kHz schaltenden Step-down-Reglers verhindert.

Die Ausgangsspannung des Schaltreglers wird wiederum auf einen „High-Side-Current-Shunt-Monitor“ (siehe Elektronikwissen) mit integriertem Shunt zur Strommessung geführt. Hier wird der Ausgangsstrom des SPM1505 erfasst und eine zum Strom proportionale Spannung zur Strom-Sollwertvorgabe und Regelung geführt. Sobald der Ausgangsstrom den vorgegebenen Sollwert überschreitet, sperrt die Regelung den Schaltregler über D1 am Feedback-Eingang.

Der unten links dargestellte Block stellt eine stabilisierte Spannung für die internen Schaltungsbereiche zur Verfügung.

Schaltung

Das Gesamtschaltbild des SPM1505 ist in Bild 2 zu sehen. Die Eingangsspannung wird der Schaltung an ST2 und ST3 zugeführt, wobei C1 und R1 nur zur weiteren Störunterdrückung dienen und Rückwirkungen durch netzgebundene Störungen hinreichend unterdrücken. Sollte das versorgende Netzteil bereits über hinreichende Maßnahmen zur Entstörung verfügen (ist i. d. R. der Fall), kann auch ST1 anstatt ST2 zum Anschluss des Pluspols genutzt werden. Der Vorteil ist dann, dass an R1 keine zusätzliche Verlustleistung entsteht und die Effizienz des Netzteils höher ist.

Über die Schmelzsicherung SI1 gelangt die Spannung direkt auf den Eingang des in IC1 integrierten Schaltreglers. C2 dient im Wesentlichen zur Pufferung, und die Staffelblockung, bestehend aus den Kondensatoren C3 bis C5, verhindert Störungen durch die steilen Schaltflanken des schnellen Schaltreglers.

Das in Bild 3 dargestellte Funktionsblattschaltbild zeigt die internen Stufen des TPS54540 und verdeutlicht die gesamte Funktionsweise.

Der Leistungsschalttransistor ist im TPS54540 (IC1) integriert und dessen Drain-Anschluss direkt mit dem Eingang (VIN) verbunden. Dieser Transistor wird im PWM-Verfahren durchgesteuert, wobei die Impulse am Source-Anschluss die Energie für die Speicherdrossel L1 liefern. Bei gesperrtem Leistungs-FET hält die Diode D1 den Strom aufrecht und letztendlich sorgen die Kondensatoren C9 bis C12 wieder für die erforderliche Glättung.

Die Taktfrequenz des TPS54540 (IC1) wird durch einen einzigen Widerstand (R2) vorgegeben, wobei eine Frequenz zwischen 100 kHz und

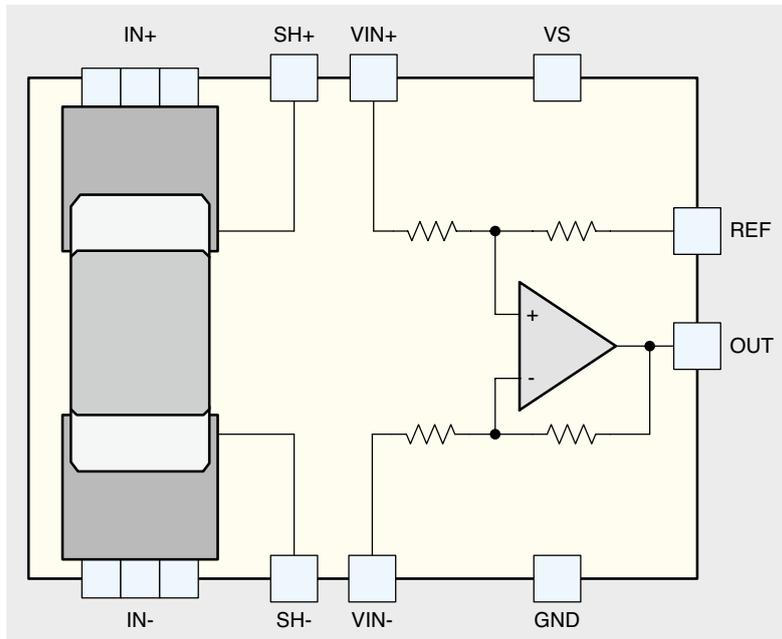


Bild 4: Interner Aufbau des Current-Shunt-Monitors INA250

2,5 MHz zulässig ist. Bei unserer Dimensionierung beträgt die Taktfrequenz ca. 500 kHz.

Über den Spannungsteiler R4, R5 gelangt eine zur Ausgangsspannung proportionale Spannung auf den Feedback-Eingang (Pin 5). Sobald am Feedback-Eingang die Spannung 800 mV übersteigt, wird der FET über den integrierten Fehlerverstärker und nachgeschalteter Logik gesperrt. Der Ausgang des Fehlerverstärkers ist an Pin 6 extern zugänglich und mit einer RC-Kombination zur Optimierung der Regeleigenschaften beschaltet.

Zur Sollspannungsvorgabe wird der Spannungspegel am Fußpunkt des Spannungsteilers am Feedback-Anschluss über den Transistor T1 angehoben. Während bei komplett durchgeschaltetem Transistor T1 die max. Ausgangsspannung zur Verfügung steht, reduziert sich die Ausgangsspannung proportional zur Spannung an C24, bis letztendlich der Minimalwert bei 1 V erreicht wird.

Zur Sollwert-Vorgabe dient der mit IC3B und externer Beschaltung realisierte Schaltungsbereich. Im Grunde genommen handelt es sich hierbei nur um einen Impedanzwandler, der die am Abgriff des Potis R28 anliegende Spannung niederohmig zur Verfügung stellt. R26 dient dabei zum Abgleich der Ausgangsspannung.

Die Ausgangsspannung des Schaltreglers gelangt direkt auf den „High-Side-Current-Shunt-Monitor“, dessen interner Aufbau in Bild 4 dargestellt ist.

In diesem IC ist ein 2-m Ω -Shunt-Widerstand integriert, der die Anschlüsse 14–16 mit 1–3 verbindet. Die am Shunt abfallende Spannung wird so verstärkt, dass je 500 mV Ausgangsspannung 1 A entsprechen. Bei 5 A Ausgangsstrom liegt somit an IC2 Pin 9 eine Spannung von 2,5 V an.

Zum einen gelangt die zum Strom proportionale Spannung über den mit R8 bis R10 realisierten Spannungsteiler auf den optionalen Panelmeteranschluss für den Strom (ST6) und zum anderen auf den nicht invertierenden Eingang des Op-Amps IC3A.

Dieses als Komparator arbeitende IC vergleicht die mit R14 eingestellte Sollwertspannung mit der Ausgangsspannung des Current-Shunt-Monitors und sobald die Spannung an Pin 3 den eingestellten Wert überschreitet, wird der Schaltregler über R16, D2 am Feedback zurückgeregelt, d. h. der Ausgangsstrom begrenzt. Der dann über R17 angesteuerte Transistor T2 zeigt über die im Kollektorkreis liegende LED D3 die aktive Strombegrenzung an.

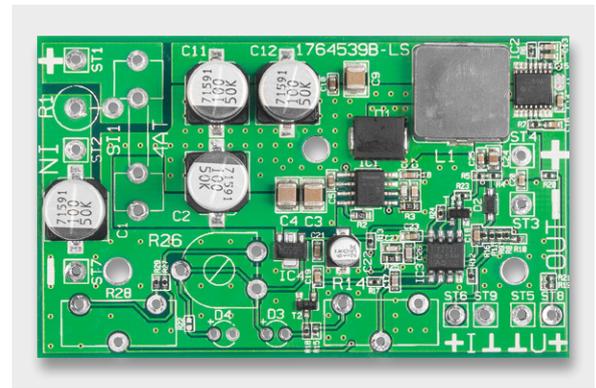


Bild 5: Platinenoberseite der Multilayer-Leiterplatte im Auslieferungszustand

Montagevideo



#10086

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben

Nachbau

Der praktische Aufbau des SPM1505 ist nicht schwierig, da vorwiegend Komponenten in SMD-Ausführung zum Einsatz kommen und diese bereits werksseitig vorbestückt sind.

Von Hand zu bestücken sind nur noch wenige Bauelemente in konventioneller Ausführung. Daher halten sich die Bestückungsarbeiten in Grenzen und sind recht schnell erledigt.

In Bild 5 ist die 4fach-Multilayer-Leiterplatte im Auslieferungszustand von der Oberseite zu sehen.

Im ersten Arbeitsschritt ist der Trimmer R26 liegend einzubauen, indem die Anschlusspins von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Bohrungen geführt und von unten sorgfältig verlötet werden.

Danach sind die Anschlüsse der Leuchtdioden D3 und D4 unter Beachtung der korrekten Polarität ca. 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln und in der gewünschten Höhe einzulöten.

Der Sicherungshalter für die Schmelzsicherung SI1 besteht aus zwei Hälften. Nach dem sorgfältigen Einlöten ist gleich die Glasfeinsicherung einzusetzen.

Beim Einlöten der beiden Einstellpotis R14 und R28 ist auf eine Ausrichtung im rechten Winkel zur Platine zu achten. Wenn die Anschlüsse so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden und die Kragen der Anschlusspins aufliegen, ist das automatisch gegeben. Beim Lötvorgang sollte eine zu große Hitzeeinwirkung auf diese empfindlichen Bauteile vermieden werden.

Wie auf dem Platinenfoto (Bild 6) zu sehen, ist R1 stehend einzulöten. Auf der Leiterplatte bleibt zuletzt nur noch das Einlöten der neun Lötstifte mit Öse, wobei auch hier auf eine sorgfältige Ausrichtung zu achten ist. Bild 6 zeigt die fertig bestückte Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsdruck von der Oberseite.

**Widerstände:**

0 Ω/SMD/0402	R6, R7
0,1 Ω/2 W/5 %/Metalloxid	R1
100 Ω/SMD/0402	R23
120 Ω/SMD/0402	R29
470 Ω/SMD/0402	R16
560 Ω/SMD/0402	R15
1 kΩ/SMD/0402	R10, R11, R22, R24
1,2 kΩ/SMD/0402	R18, R21
2,2 kΩ/SMD/0402	R5
2,7 kΩ/SMD/0402	R19
8,2 kΩ/SMD/0402	R27
10 kΩ/SMD/0402	R17
10 kΩ/1 %/SMD/0603	R25
12 kΩ/SMD/0402	R9
15 kΩ/1 %/SMD/0603	R3
22 kΩ/SMD/0402	R13
47 kΩ/SMD/0402	R4
82 kΩ/SMD/0402	R20
220 kΩ/1 %/SMD/0603	R2
270 kΩ/SMD/0402	R8
1 MΩ/SMD/0402	R12
PT15/stehend/1kΩ	R28
PT10/liegend/5kΩ	R26
PT15/stehend/10kΩ	R14

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0603	C17, C26
47 pF/SMD/0603	C6
1 nF/100 V/SMD/0603	C13, C16, C18
4,7 nF/SMD/0603	C7
100 nF/50 V/SMD/0603	C8, C15, C19, C20, C21, C23, C25
1 µF/50 V/SMD/0603	C5, C10
10 µF/16 V/SMD/0805	C24
10 µF/25 V	C22
10 µF/50 V/SMD/1210	C3, C4, C9
100 µF/50 V	C1, C2, C11, C12

Halbleiter:

DC/DC-Wandler/TPS54540DDA/SMD	IC1
INA250A2PWR/SMD	IC2
TLV272ID/SOIC8	IC3
78L08/SMD	IC4
BC847C/SMD	T1, T2
Diode/B540C/SMD	D1
1N4148W/SMD	D2
LED/3 mm/rot/low current	D3
LED/3 mm/grün	D4

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 4,7 µH/10 A	L1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
Sicherung, 4 A, träge	SI1
Lötstifte mit Lötöse	ST1–ST9
Trimmer-Steckachsen, 11,7 mm	

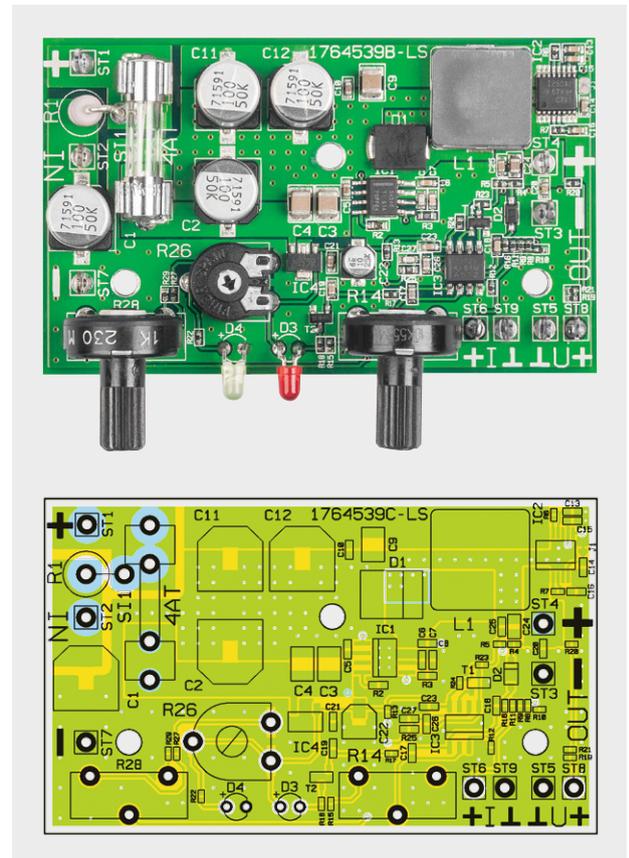


Bild 6: Fertige bestückte Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan von der Oberseite

Abgleich

Der Abgleich des SPM1505 ist sehr einfach und schnell erledigt. Wie bereits erwähnt ist die Ausgangsspannung des SPM1505 ab 1 V spezifiziert, da der verwendete Schaltregler erst ab einer Ausgangsspannung von 0,8 V regeln kann.

Zum Abgleich ist das Poti für den Strom an den Rechtsanschlag und das Poti für die Spannungseinstellung an den Linksanschlag zu bringen.

Nach Anlegen der Eingangsspannung ist bei geringer Ausgangslast (wenige 100 mA) die Ausgangsspannung mit R26 auf 1 V einzustellen. Der Abgleich ist damit bereits abgeschlossen.

Einbau der Leiterplatte in ein geeignetes Gehäuse

Zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau der Leiterplatte in ein geeignetes Gehäuse erforderlich, sodass die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder Gegenständen gefährdet werden kann.

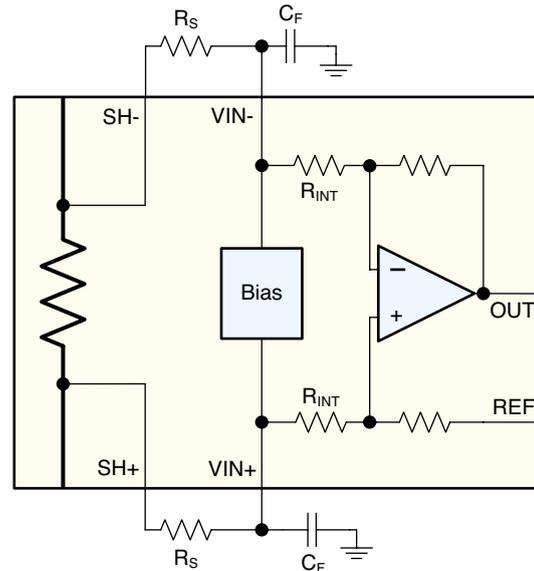
Das Gehäuse muss außerdem die Anforderungen an eine Brandschutzumhüllung gemäß EN60950-1 erfüllen.

Wichtig ist auch, dass das Gehäuse eine ausreichende Luftzirkulation ermöglicht und es nicht zum Hitzestau kommen kann.

Zur Befestigung im Gehäuse sind beim SPM1505 insgesamt drei Platinenbohrungen vorhanden, wobei die Befestigung mit Schrauben M3 und Abstandsrollen erfolgen kann. Bei den Ein- und Ausgangsleitungen ist eine ausreichende Zugentlastung sicherzustellen.

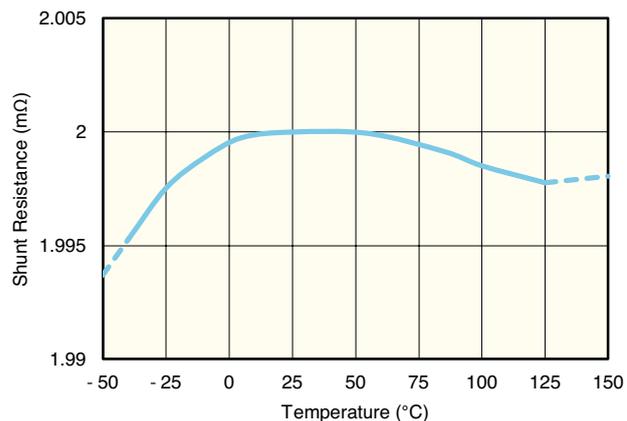
Current-Shunt-Monitor

Der im SPM1505 zur Strommessung eingesetzte „High-Side-Current-Shunt-Monitor“ des Typs INA250 zeichnet sich durch die Besonderheit aus, dass der zur Stromerfassung erforderliche Shunt-Widerstand bereits im SMD-Gehäuse des ICs integriert ist. Der Widerstandswert des Shunts beträgt nur 2 m Ω , wodurch sich eine hohe Dauerstrombelastbarkeit von bis zu 15 A ergibt.



Da die Anschlüsse des Shunts bereits Chipintern auf den integrierten Verstärker geführt werden, haben parasitäre Einflüsse wie z. B. Übergangswiderstände keinen nennenswerten Einfluss auf das Messergebnis. Das „package resistance“, also von Anschluss zu Anschluss, ist mit 4,5 m Ω angegeben. Für die Messung sind aber nur die 2 m Ω des Shunts relevant.

Wie die nebenstehende Grafik zeigt, ist die Temperaturstabilität des Shunts sehr hoch und die Genauigkeit ist mit 0,1 % angegeben. Der Temperaturkoeffizient im Bereich von 0 bis 125 °C beträgt nur 10 ppm/°C. Die Gesamtgenauigkeit des Bausteins (Shunt und Verstärker) ist mit 0,3 % spezifiziert.



Da beide Anschlüsse des Shunts und beide Verstärkereingänge extern zugänglich sind, kann zur Störunterdrückung auch eine externe Filterung des Messsignals erfolgen. Ohne externe Filterung liegt der Frequenzgang der von uns eingesetzten Variante (INA250A2) über 30 kHz.

