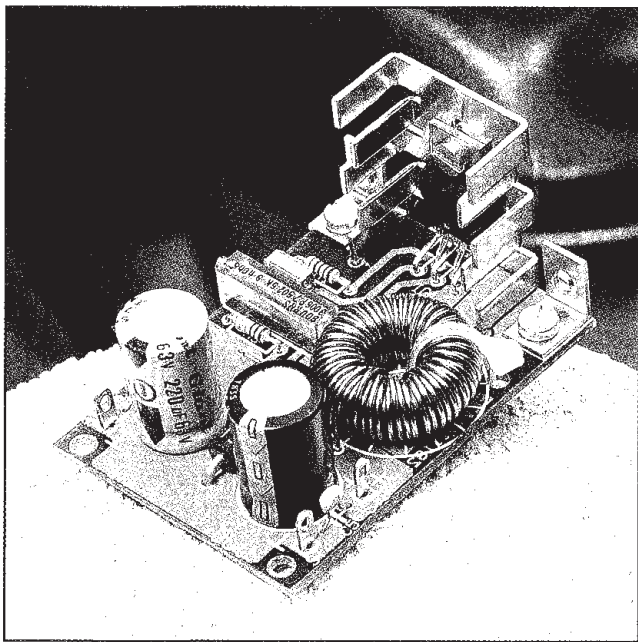




2A-Step-Down-Wandler

Aus einer unregelmäßigen Sekundärspannung erzeugt diese mit nur einem IC und wenigen weiteren Bauteilen aufgebaute Schaltung eine konstante Gleichspannung bei einem Wirkungsgrad von über 80%.

Allgemeines

Für die Bereitstellung einer geregelten Gleichspannung zur Versorgung von elektronischen Komponenten ist in den meisten Fällen dem Trafo und Gleichrichter ein elektronisch stabilisierter Längsregler nachgeschaltet. Dieser setzt die abfallende Leistung in Abwärme um - ein verbreitetes Verfahren, daß jedoch zur Verschlechterung des Wirkungsgrades führt. Darüber hinaus muß die abgegebene Leistung über zum Teil großflächige Kühlkörper an die Umwelt abgegeben werden, was wiederum den Platzbedarf der Schaltung erhöht.

Um die genannten Regelverluste auf ein Minimum zu reduzieren, finden in der modernen Schaltungstechnik sekundär getaktete Schaltregler immer mehr Verwendung, die auch als Abwärtswandler oder Step-Down-Wandler bezeichnet werden. Abbildung 1 zeigt die Grundsaltung eines solchen Step-Down-Wandlers, die im wesentlichen aus nur 4 Grundelementen besteht.

Der Leistungsschalter S wird periodisch geschaltet. In der Schaltphase, in der der Schalter geschlossen ist, fließt über die Drossel L ein Strom zum Ausgangskondensator C. Wird nun der Schalter geöffnet, kann die Drossel L den Stromfluß aufrechterhalten, da in dieser Betriebsphase die Diode D leitend ist.

Die Ausgangsspannung entspricht dem arithmetischen Mittelwert der durch den

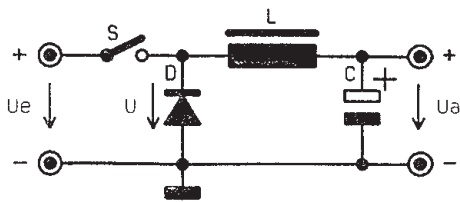


Bild 1: Grundsaltung des sekundärgetakteten Schaltreglers

Schalter S hervorgerufenen Spannung U über der Diode D. Der mathematische Zusammenhang zwischen der Eingangsspannung U_e und der Ausgangsspannung U_a ergibt sich nach der Formel:

$$U_a = \frac{t_{\text{ein}}}{t_{\text{ein}} + t_{\text{aus}}} \cdot U_e,$$

wobei t_{ein} die Einschalt- und t_{aus} die Ausschaltzeit des Schalters S darstellt.

Die Ausgangsspannung des Abwärtswandlers nach Abbildung 1 wird also durch das Tastverhältnis, mit dem der Schalter S geschaltet wird, bestimmt. Die maximale Ausgangsspannung ergibt sich, wenn der Schalter zu 100 % geschlossen bleibt. In diesem Fall sind Ausgangs- und Eingangsspannung identisch ($U_a = U_e$).

Tabelle 1: Technische Daten

Eingangsspannung:	 7 V bis 45 V
Ausgangsspannung:	 2,2 V bis 35 V, stufenlos einstellbar
Restwelligkeit:	 ≤ 20 mV bei 2 A
Ausgangsstrom:	 0 - 2 A, kurzzeitig 2,5 A
Leerlaufstrom:	 ≤ 10 mA
Schaltfrequenz:	 ca. 100 kHz
Wirkungsgrad:	 80 - 87 %
Sonstiges:	 kurzschlußfest, Übertemperaturabschaltung

Eine detaillierte Beschreibung der Schaltreglerfunktionsweise mit Ausführungsbeispielen ist bereits im „ELVjournal“ 6/93 auf den Seiten 50 bis 53 und in dem „ELVjournal“ 1/94 auf den Seiten 57 bis 59 ausführlich erläutert worden. Nach dem Prinzip des sekundärgetakteten Abwärtsreglers ist auch die nachfolgend beschriebene Schaltung aufgebaut, deren technische Daten Tabelle 1 zeigt.

Schaltung

Abbildung 2 zeigt das komplette Schaltbild des 2A-Step-Down-Schaltreglers. Zentraler Bestandteil der Schaltung ist der

integrierte Schaltregler IC 1 vom Typ LT1076. Dieser 5polige Baustein enthält mit Ausnahme der Freilaufdiode, der Ringkernspule und der Siebkondensatoren sämtliche zum Betrieb der Schaltung notwendigen Komponenten. Insbesondere umfaßt dies die Spannungsreferenz, die Puls-Pausen-Steuerung, die integrierte Leistungsendstufe und die eigentliche Regelung.

Die Eingangsspannung der Schaltung, die im Bereich von 7 V bis 45 V liegen darf, gelangt über die Siebkondensatoren C 1 und C 2 auf den Eingangspin 5 von IC 1, wobei der zugehörige Masseanschluß an Pin 3 liegt. Zwischen dem Eingang Pin 5 und dem Schaltausgang an Pin 4 ist auf dem IC ein leistungsfähiger Schalttransistor integriert, der mindestens 2 A und typischerweise sogar 2,6 A schalten kann. Daran angeschlossen sind die für einen Step-Down-Schaltregler typischen Bauteile wie die Diode D 1, die Ringkernspule L 1 und der Kondensator C 4.

Die Ausgangsspannung ist über den Spannungsteiler R 2 und R 3 auf den FB-Eingang des Schaltreglers zurückgeführt, womit dieser die Ausgangsspannung auf dem mit R 2 eingestellten Wert konstant hält. Am oberen Anschlag des Trimmers R 2 stellt sich am Anschlußpunkt ST 3 der Schaltung die interne Referenzspannung von IC 1 ein, die typischerweise bei 2,2 V liegt.

Befindet sich der Schleifer von R 2 an der entgegengesetzten Seite, so stellt sich am Ausgang der Schaltung eine Spannung von ca. 35 Volt ein. Der Schaltregler verändert so lange sein Puls-Pausen-Verhältnis am Schaltausgang Pin 4, bis sich an

Pin 1 des ICs die Referenzspannung von ca. 2,2 V einstellt.

Vorraussetzung für das Erreichen der Ausgangsspannung ist allerdings, daß die Eingangsspannung mindestens 4 V über der gewünschten Ausgangsspannung liegt.

Schaltregler-ICs regeln üblicherweise die Ausgangsspannung anhand der Strombelastung und regeln die dadurch hervorgerufenen Spannungsänderungen entsprechend aus. Änderungen der Eingangsspannungen wirken sich zunächst direkt am Ausgang aus, bevor die Regelung reagieren kann. Die ausgeklügelte Innenschaltung des LT 1076 verarbeitet neben der Regelspannung an Pin 1 des ICs ebenfalls die an Pin 5 anliegende Spannung und kann dadurch sehr schnell auf sich ändernde Eingangsspannungen reagieren, die beispielsweise durch eine unzureichend geglättete Sekundär-Gleichspannung (50 Hz bzw. 100 Hz Brummen) hervorgerufen wird.

Die moderne integrierte Schaltungstechnik ist so ausgelegt, daß am Ausgang ein Ausgangsstrom von 0 bis 2 A (kurzzeitig bis zu 2,5 A) geliefert werden kann, wobei der Wirkungsgrad des Schaltreglers je nach Belastung im Bereich zwischen 80 % und 87 % liegt. Der hohe Wirkungsgrad ist unter anderem auch durch den sehr geringen Eigenverbrauch des ICs möglich, dessen Leerlaufstromaufnahme bei weniger als 10 mA liegt.

Bei hoher Belastung muß die anfallende Abwärme des ICs durch Kühlmaßnahmen abgeführt werden, wozu ein kleiner U-Kühlkörper ausreichend ist. Bei einer thermischen Überlastung schaltet das IC die Last automatisch ab, um eine Zerstörung zu vermeiden.

Der V_c -Anschluß (Pin 2) von IC 2 hat mehrere Funktionen. Er dient zur Frequenzkompensation, Strombegrenzung und zum Sperren des Reglers. Schaltregler brauchen wie jedes andere gekoppelte Steuerungssystem eine Frequenzkompensation.

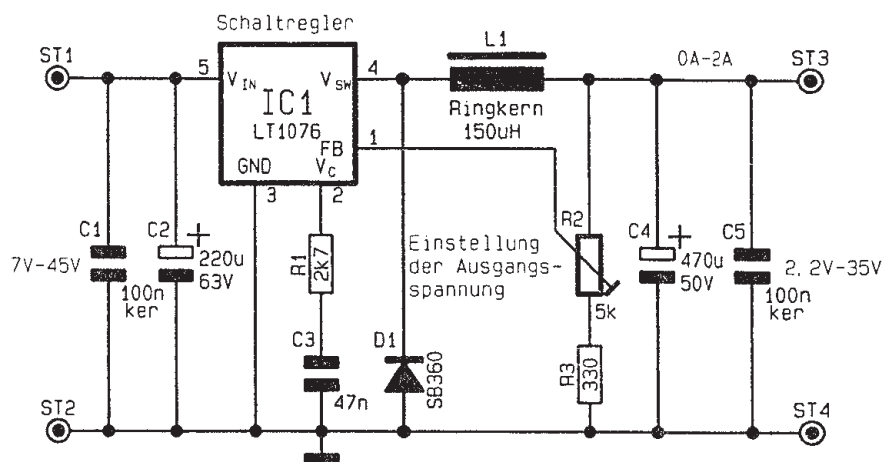


Bild 2: Schaltbild des 2A-Step-Down-Wandlers

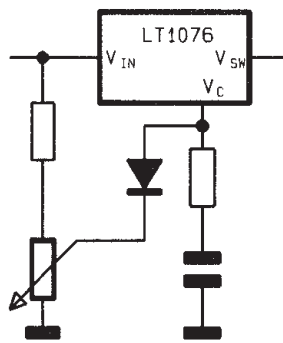


Bild 3: Begrenzung des Ausgangsstromes

Die Stromschalter-Architektur des LT 1076 ermöglicht mit einer sehr einfachen Frequenzkompensations-Schaltung (bestehend aus R 1 und C 3) die Stabilität der Regelschleife, um eine angemessene Reaktion auf sprunghafte Änderungen in einem weiten Eingangsspannungs- und Lastbereich sicherzustellen. Die Spitzenspannung am VC-Anschlußpin verhält sich im Leerlauf proportional zur Ausgangsspannung und errechnet sich wie folgt:

$$V_C \approx 1,3 \text{ V} + \frac{V_{\text{out}}}{24}$$

Im Leerlauf liegt, bei einer Ausgangsspannung von 5 V, die Spannung an diesem Punkt bei ca. 1,5 V, die dann linear bis zu der maximalen Last von 2 A auf ca. 2 V ansteigt. Bei höheren Ausgangsspannun-

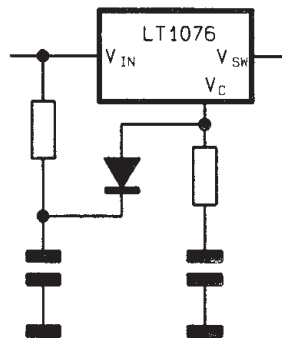


Bild 4: Sanftanlauf nach dem Einschalten der Versorgungsspannung

maximalen Wert einzustellen. Die Einschaltung der Diode ist zu empfehlen, da die Spannung an VC einen negativen Temperaturgang hat, der etwa dem negativen Temperaturkoeffizienten einer Klemmdiode entspricht und um eine möglichst geringe Beeinflussung der Regeleigenschaften zu gewährleisten.

Ein Sanftanlauf der Schaltung (Abbildung 4) nach dem Einschalten läßt sich durch Anschaltung einer RC-Kombination über eine Klemmdiode bewirken, wodurch eine zeitabhängige Strombegrenzung nach dem Einschalten der Versorgungsspannung gewährleistet ist.

Der LT 1076 kann bei anliegender Versorgungsspannung auch vollständig abgeschaltet werden, indem man den Anschluß VC auf eine Spannung unter 0,15 V bringt. Dies kann durch einen Transistor mit offe-

nem Kollektor geschehen, einem Relais oder einem anderen Schalter. Im Shutdown-Zustand sind alle internen Funktionen stillgelegt, wobei sich die Stromaufnahme auf ca. 8 mA einstellt. Die Freigabe des Anschlusses VC versetzt die Schaltung wieder in die normale Betriebsfunktion.

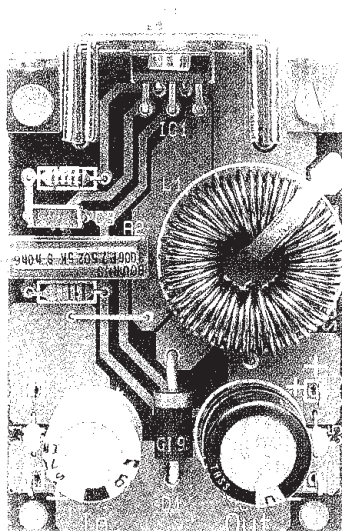
Nachbau

Die Schaltung des 2A-Step-Down-Schaltreglers ist auf einer 64 x 42 mm messenden einseitigen Leiterplatte untergebracht. Anhand von Stückliste und Bestückungsplan ist die Bestückung der Bauelemente vorzunehmen.

Es empfiehlt sich, zuerst die niedrigen Bauelemente wie die Brücke, die Diode und Widerstände und dann die übrigen höheren Komponenten einzusetzen und festzulöten. Vor der Bestückung des ICs empfiehlt es sich, zunächst das IC an den U-Kühlkörper festzuschrauben und anschließend zusammen auf die Leiterplatte zu setzen und zu verlöten. Die Ringkernspule L 1 ist mit einem Kabelbinder zusätzlich zu sichern.

Ist die Schaltung so weit fertiggestellt, sollte vor der ersten Inbetriebnahme nochmals eine sorgfältige Prüfung auf korrekte Bestückung und Lötung erfolgen.

Anzumerken sei noch, daß alle Anschlußpunkte berührungssicher in einem Gehäuse untergebracht sein müssen, um einen



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte

gen verändern sich die genannten Werte noch in Abhängigkeit des Verhältnisses der Eingangsspannung zur Ausgangsspannung.

Abbildung 3 zeigt eine Schaltung, mit der es nun möglich ist, den maximalen Ausgangsstrom stufenlos von Null bis zum

Stückliste: 2A-Step-Down-Wandler

Widerstände:

330Ω	.....	R3
2,7kΩ	.....	R1
Spindeltrimmer, 5kΩ	.....	R2

Kondensatoren:

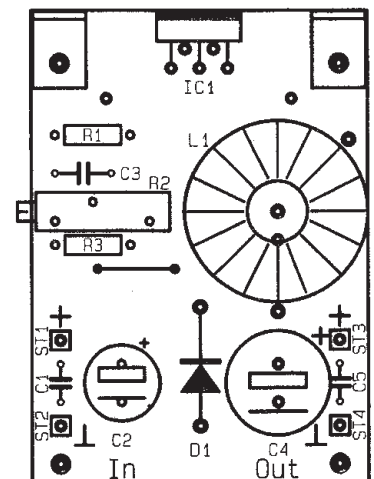
47nF	.....	C3
100nF/ker	.....	C1, C5
220µF/63V	.....	C2
470µF/50V	.....	C4

Halbleiter:

LT1076	.....	IC1
SB360	.....	D1

Sonstiges:

Ringkerndrossel, 150µH	.....	L1
Lötstifte mit Lötöse	.....	ST1-ST4
1 Kühlkörper FK 216		
1 Kabelbinder, 90mm		
2 Winkel, mit Gewinde 3mm		
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm		
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm		
3 Muttern, M3		
2cm Schaltdraht, blank		



Bestückungsplan des 2A-Step-Down-Wandlers

Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD) zu gewährleisten.

Aufgrund der einfachen und recht preiswerten Ausführung des Schaltreglers bietet sich der Einsatz für eine Vielzahl von Aufgaben im Bereich der Elektronik an.



Wichtiger Hinweis:

Bei der Inbetriebnahme ist am Eingang des Schaltreglers eine Sicherung 2A mittelträge einzufügen!

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany

E-Mail: technik@elv.com

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV-Web-Shop: www.elv.com

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

