

# 1,5 V → 5 V DC-Wandler

**Aus einer Batteriespannung ab 1,1 V, egal ob 1,2 V-NC-Akku- oder 1,5 V-Trockenbatterie, erzeugt dieses kleine Schaltung eine stabilisierte 5 V-Betriebsspannung mit einer Belastbarkeit bis zu 30 mA, bei einem Wirkungsgrad von 80%.**

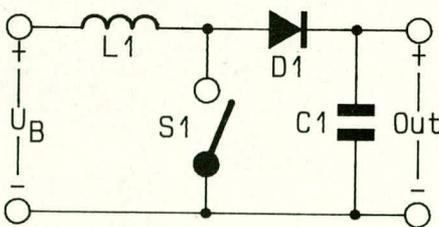
## Allgemeines

Klein und handlich sollen batteriebetriebene Geräte schon sein. Die Elektronik läßt sich auch auf minimalem Raum unterbringen, doch dann kommt das Problem mit der Stromversorgung. Auch neuere Chips benötigen immer noch relativ hohe Betriebsspannungen. Mit einer 1,2 V-Batterie als Spannungsquelle geben sich die wenigsten ICs zufrieden. Die sonst in der Digitaltechnik eingesetzten Chips verlangen immer ihre obligatorischen 5 V. Doch, um diese Spannung bereitzustellen, sind eine 9 V-Batterie und ein Festspannungsregler erforderlich. In fast allen tragbaren Geräten herrscht aber Platzmangel, und auch das Gewicht spielt eine entscheidende Rolle.

## DC-DC-Wandler

Hier hilft nur noch ein Spannungswandler weiter. MAXIM hat einen Aufwärtswandler für kleine Eingangsspannungen auf den Markt gebracht, der geradezu ideal für diese Zwecke ist. Die Spannungswandlung wird nach dem Prinzip eines Schaltnetzteils vorgenommen.

Das Prinzipschaltbild eines Aufwärtswandlers ist in Abbildung 1 dargestellt.



Prinzipschaltbild eines Aufwärtswandlers

Sobald S1 geschlossen wird, fließt ein starker Strom durch die Spule und bildet dort ein Magnetfeld. Nach Öffnen des Schalters baut sich das Magnetfeld ab und erzeugt eine Induktionsspannung über der Spule mit entgegengesetzter Polarität. Diese Spannung liegt nun in Reihe mit der Versorgungsspannung und lädt über die Diode D1 den Kondensator auf. Der Schalter S1 wird erneut geschlossen und läßt wieder einen Strom von der Batterie her durch die Induktivität fließen. Die Diode D1 verhindert dabei das Entladen des Kondensators C1. Über C1 baut sich nun nach mehreren Taktzyklen eine höhere Spannung auf.

Durch das kontinuierliche Takten des Schalters wird der Kondensator immer wieder nachgeladen. Die einzelnen Schaltvorgänge müssen relativ schnell aufeinander folgen, da die Speicherkapazität der Spule gering ist.

In einem Schaltnetzteil sind natürlich keine richtigen Schalter zu finden. Diese Aufgabe übernehmen Transistoren. Da gerade in batteriebetriebenen Geräten sehr sorgfältig mit der Energie umgegangen werden muß, werden hier Leistungs-FETs eingesetzt, weil sie einen sehr geringen On-Widerstand besitzen. Dadurch reduzieren sich die Leistungsverluste auf ein Minimum.

Die Schaltfrequenz wird möglichst hoch gewählt, um mit einer kleinen Induktivität auszukommen und um Störgeräusche, wie Pfeifen der Spule, zu vermeiden. Die Frequenz liegt fast immer über der menschlichen Hörgrenze.

Eine kleine Induktivität erfordert einen relativ großen Strom zur Erzeugung des Magnetfeldes. Trotz des geringen Ausgangsstromes fließen in unserer Schaltung durch die Spule Spitzenströme von 1,5 A.

Nach mehreren Takten hat das Netzteil seine volle Ausgangsspannung erreicht. Mit einem Komparator wird der Ausgang ständig überwacht. Steigt die Spannung über den eingestellten Wert hinaus an, unterbricht er das Nachladen der Induktivität. Sinkt die Spannung dagegen ab, wird der Kondensator wieder nachgeladen.

Mit diesem Verfahren erreicht man eine sehr stromsparende Stabilisierung der Ausgangsspannung, wobei sich die Vorgänge so schnell abspielen, daß die Ausgangsspannung auch bei schwankendem Stromfluß stabil bleibt.

## Die Schaltung

Nur wenige Bauteile genügen, um mit einem 1,2 V-Akku oder einer 1,5 V-Batterie eine stabilisierte 5 V-Spannungsversorgung aufzubauen. Dabei kann diese Spannung bis zu 30 mA belastet werden.

Die Eingangsspannung darf einen Wert

**Schaltbild des  
1,5 V → 5 V  
DC-Wandlers**

zwischen 1,1 V und 1,56 V besitzen. Somit sind sowohl NC-Akkus als auch normale Trockenbatterien für den Betrieb geeignet.

Der MAX 654 bildet das Herz dieser Schaltung. Er beinhaltet alle aktiven Baugruppen bis auf die Schottky-Diode im Lastzweig.

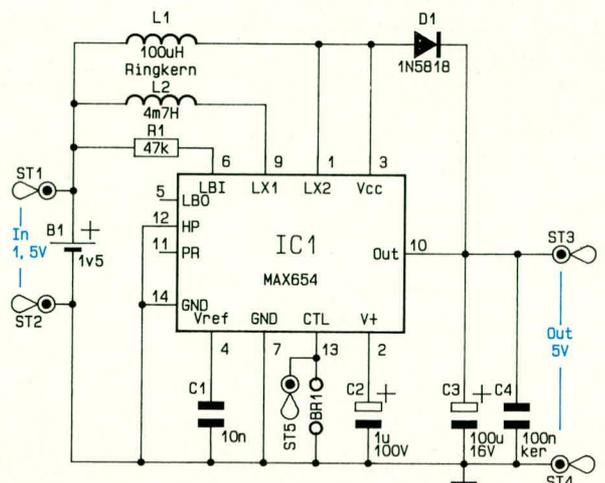
Für eine einwandfreie Funktion der Schaltung ist dem Platinenlayout besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Kurze Leiterbahnführung ist hier geradezu zwingend vorgeschrieben. Die großen Impulsströme, die in bestimmten Teilen der Schaltung fließen, erfordern recht breite Leiterbahnen.

Bei einer Induktivität der Ringkernspule von 100 µH spielt natürlich auch die Länge der Leiterbahnen zwischen den aktiven Bauteilen eine große Rolle.

Damit der im IC integrierte Leistungs-FET seinen Vorteil, nämlich den geringen ON-Widerstand, ausspielen kann, benötigt er eine hohe Ansteuerspannung von ca. 12 V.

Deshalb beinhaltet der MAX 654 in einem 14poligen Gehäuse zwei komplette Schaltnetzteile, von denen aber nur eines dem Anwender zugänglich ist. Mit der Spule L2 wird die 12 V-Hilfsspannung für die Ansteuerung des FETs gewonnen. Die dazugehörigen aktiven Teile, einschließlich der Schottky-Diode, sind bereits im IC integriert.

Das interne Netzteil des ICs arbeitet mit einem Trick, um die geforderte 12 V-Hilfsspannung liefern zu können. Die erzeugte Spannung des internen Netzteils, die bei einer Betriebsspannung von etwa 1,2 V noch sehr gering ist, wird wieder zur Versorgung des Netzteils herangezogen. Dadurch steigt dessen Ausgangsspannung kontinuierlich an, bis der Endwert von 12 V erreicht wird.



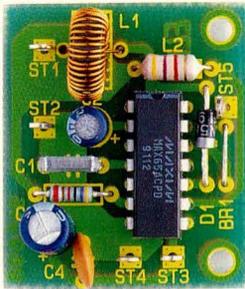
Im Leistungsteil wird für die Erzeugung der 5 V noch eine Schottky-Diode vom Typ 1N5818 als externes Bauteil benötigt. Normale Dioden, wie z.B. die 1N4000-Reihe, sind wegen der hier unbedingt nötigen Schaltgeschwindigkeit nicht einsetzbar.

### Standby-Modus

Um den ohnehin guten Wirkungsgrad von 80 Prozent noch weiter zu verbessern, enthält der MAX 654 eine Stromsparschaltung.

Mit dem Eingang CTL (Pin 13) des MAX 654 läßt sich das IC in den Low-Power-Modus schalten. Im normalen Betrieb liegt dieser Pin auf Massepotential. Wird er auf

Ansicht des betriebsfertigen DC-Wandlers



high gelegt, oder bleibt er unbeschaltet, geht der Chip in den Standby-Modus.

Die interne Logik des Schaltreglers führt jetzt eine Vielzahl von Steuerungen durch. Das IC meldet seinen Standby-Zustand durch ein Low am PR-Ausgang (Power Ready) Pin 11. Der Leistungs-FET wird gesperrt, die interne 12 V-Hilfsspannung auf 5 V reduziert und mit dem Ausgang verbunden.

Diese Spannung kann jetzt noch mit ca. 500 µA belastet werden. Bei stark verringertem Eingangsstrom kann der Baustein nun noch andere Baugruppen wie RAMs im Standby-Modus puffern.

#### Technische Daten DC-DC-Aufwärtswandler

Eingangsspannungsbereich:	1,15 bis 1,56 V
Ausgangsspannung:	5 V stabilisiert
max. Ausgangsstrom:	30 mA
Wirkungsgrad:	ca. 80 %
Features:	Standby-Modus

#### Stückliste: 1,5 V → 5 V DC-Wandler

**Widerstände**  
47kΩ ..... R 1

**Kondensatoren**  
10nF ..... C 1  
100nF/ker ..... C 4  
1µF/100V ..... C 2  
100µF/16V ..... C 3

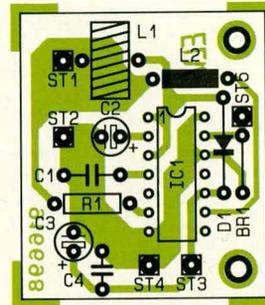
**Halbleiter**  
MAX654 ..... IC 1  
1N5818 ..... D 1

**Sonstiges**  
Ringkernspule, 100µH ..... L 1  
Spule, 4,7mH ..... L 2  
5 Lötstifte, 1,3mm  
3cm Schaltdraht, blank, versilbert

### Zum Nachbau

Bei so wenigen Bauteilen gestaltet sich der Aufbau dieser kleinen Schaltung recht einfach. Zunächst wird der Widerstand und die Schottky-Diode eingelötet. Dann folgen die drei Kondensatoren und die MAX 654. Wird die Low-Power-Schaltung nicht benötigt, setzen Sie hier eine Drahtbrücke ein. Nach Einbau der beiden Spulen ist die Schaltung betriebsfertig und kann getestet werden. An die beiden Eingangsstifte wird eine 1,5 V-Batterie oder ein 1,2 V-Akku angeschlossen. Am Ausgang stellt sich eine Spannung von 5 V ein.

Pin 11 (Power Ready) geht auf High-Potential, sobald die 5 V am Ausgang



Bestückungsplan der Platine des DC-Wandlers

anliegen. Die Ausgangsspannung kann nun bis maximal 30 mA belastet werden, ohne daß ein Absinken der 5 V zu bemerken ist.

Legen Sie den Pin 13 auf high, so nimmt der Eingangsstrom ab, und die Schaltung geht in den Standby-Modus. Hierbei ist der Ausgang, der immer noch 5 V liefert, mit maximal 500 µA belastbar. An Pin 11 liegt nun Low-Pegel, um den Standby-Modus anzuzeigen. **ELV**