

# DC-DC-Wandler

***Diese kleine Schaltung versorgt gleichspannungsbetriebene Geräte mit einer oft benötigten zusätzlichen Hilfsspannung (positiv oder negativ) oder erhöht die interne Versorgungsspannung um bis zu 90 %.***

## Allgemeines

Elektronische Schaltungen werden gern für eine einzige Versorgungs-Gleichspannung ausgelegt, die von einem Stecker-netzteil oder auch über eine eingelegte Batterie bereitgestellt wird. Diese Konzeptionsweise wird aber spätestens dann schwierig, wenn eine zusätzliche, negative Spannung benötigt wird, wie es beispielsweise viele Geräte erfordern, in denen Operationsverstärker arbeiten. Dasselbe Problem stellt sich auch bei vielen nachträglichen Schaltungserweiterungen.

In einem solchen Falle gab es bislang eigentlich nur 3 Möglichkeiten:

Entweder, man verzichtete auf die externe Gleichspannungsversorgung und integrierte ein ganz normales, netzbetriebenes Wechselspannungsnetzteil mit entsprechend vielen Trafoausgängen, wodurch man sich die Nachteile einer im Gerät vorhandenen Netzspannung einhandelte, mit allen damit im Zusammenhang stehenden Risiken und Vorschriften, elektromagnetischen Brummeinstreuungen u. v. a.

Oder man stockte ggf. die interne Batterie entsprechend auf, was aber oft Platzprobleme mit sich brachte und nicht sonderlich elegant ist. Dazu kommt in aller Regel die lästige Tatsache, daß sich die Batterien der beiden Teil-Spannungsstränge unterschiedlich schnell aufbrauchen.

Als nicht sonderlich ernst zu nehmende dritte Lösung kommt dann noch das Anbringen eines weiteren Versorgungseingangs und die gleichzeitige Verwendung von 2 Steckernetzteilen in Betracht - eine extrem unhandliche und exotische „Lösung“.

Der ELV-DC-DC-Wandler umgeht alle diese Probleme auf ebenso elegante wie platzsparende Weise. Je nach Beschaltung kann aus einer niedrigen Gleichspannung eine höhere Betriebsspannung oder auch eine zweite, negative Spannung generiert werden und steht in den entsprechenden Analogschaltungen zur Verfügung.

Hier die Eigenschaften des ELV-DC-DC-Wandlers im Überblick:

- Platinengröße nur 32 x 63 mm
- einfachster 4-Draht-Anschluß (2 Eingänge, 2 Ausgänge)
- Eingangsspannungen von 5 - 40 V=
- Ausgangsspannung je nach Beschaltung entweder [2 x Eingangsspannung - 2,8 V], positiv (40 V max.), oder [Eingangsspannung - 2,8 V], negativ (- 40 V max.)
- Abgabestrom bis ca. 200 mA
- optionale Bestückung mit Schottkydioden und Germaniumtransistoren; hierdurch steigen die angegebenen Ausgangsspannungen nochmals um ca. 1,3 V, bei einer Belastbarkeit um 50 mA, was in sehr vielen Fällen hinreicht
- optionale Ausstattung mit Positiv- oder Negativ-Spannungsregler für höchste Ausgangsstabilität (reduziert die Abga-

bespannung jeweils um mindestens ca. 2,0 - 2,5 V)

## Zur Schaltung

Der mit den Gattern IC 1 A und IC 1 B aufgebaute CMOS-Oszillator erzeugt ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von ca. 30 kHz, festgelegt durch C 1 und R 2. Der Widerstand R 1 verhindert dabei, daß die durch Umladung von C 1 entstehenden negativen Spannungsspitzen auf die parallelgeschalteten Eingänge des Gatters IC 1 A gelangen.

Über die parallelgeschalteten Gatter IC 1 C und IC 1 D wird der Treibertransistor T 1 über den Strombegrenzungswiderstand R 3 angesteuert. R 4 dient zur schnelleren Ausräumung der Basisladungsträger des Transistors T 1. Dieser wiederum steuert die beiden in Kollektorschaltung arbeitenden und zur Stromverstärkung dienenden Transistoren T 2, T 3 an.

Bei T 2, T 3 handelt es sich um eine digitale Gegentakt-Endstufe, bei der Übernahmeverzerrungen im Bereich des Spannungsmittelpunktes beabsichtigt sind. Es wird dadurch sichergestellt, daß grundsätzlich immer nur ein Transistor durchgeschaltet sein kann, obwohl die Ansteuerung, wie in der vorliegenden Schaltung, mit einem schnellen Rechtecksignal erfolgt. Als Folge hat der jeweils gesperrte Transistor genügend Zeit, seine überschüssigen Basisladungsträger auszuräumen.



Die Widerstände R 7 und R 8 begrenzen im Bedarfsfall, bei hohen Versorgungsspannungen, den maximalen Spannungshub am Eingang des Elkos C 2. Steht zum Beispiel eine Eingangsspannung von 40 V zur Verfügung, so wäre ein nachgeschalteter Negativspannungsregler des Typs 7905 aufgrund seiner maximalen Eingangsspannung von 24 V nicht mehr in der Lage, die generierte Negativ-Spannung von ca. 37 V zu verarbeiten. In solchen Fällen, die sich leicht ausrechnen lassen, müssen R 7 und R 8 eingesetzt werden, ansonsten sind sie durch Drahtbrücken zu ersetzen. Die Widerstandsberechnung erfolgt nach der Formel

$$R\ 7,\ R\ 8 = \frac{(U_{\text{ein}} - U_{\text{IC}} - 18\ \text{V})}{4 \cdot I_{\text{aus}}}$$

mit  $U_{\text{ein}}$  = Eingangsspannung,

$U_{\text{IC}}$  = IC-Ausgangsspannung,  
 $I_{\text{aus}}$  = Mindest-Ausgangsstrom, der für die individuell nachfolgende Schaltung benötigt wird (sollte nicht unterschritten werden).

Das IC erhält dann eine um ca. 15 V über seiner Ausgangsspannung liegende Eingangsspannung.

Für eine festgelegte Spannung an C 4 errechnen sich die beiden Widerstände zu

$$R\ 7,\ R\ 8 = \frac{(U_{\text{ein}} - U_{\text{C4}} - 4 \cdot U_{\text{Diode}})}{4 \cdot I_{\text{aus}}}$$

Die Z-Diode D 1 begrenzt in Verbindung mit R 5 die Versorgungsspannung des IC 1 auf 12 V, was angesichts der bis zu 40 V hohen Eingangsspannung im Einzelfall erforderlich ist.

Bis hierher ist die Schaltungsbeschreibung sowohl für eine Spannungserhöhung

als auch für eine Polaritätswandlung positiv/negativ vollkommen identisch, teilt sich nunmehr aber je nach Einsatzfall auf.

Bild 1 zeigt die komplette Beschaltung des DC-DC-Wandlers als Positiv-Negativ-Wandler, dessen Funktionsweise wir als erstes beschreiben wollen.

Das von der Endstufe gelieferte stromverstärkte Rechtecksignal gelangt über C 2 auf die Katode von D 3 sowie die Anode von D 2. Letztere klemmt das Signal auf +0,7 V, während D 3 eine Spitzenwertgleichrichtung vornimmt. C 4 dient dabei als Lade- und Puffer-Elko, so daß an Pin 2 des IC 2 eine von der Eingangsspannung abhängige negative Gleichspannung ansteht. Bedingt durch die Fluß- bzw. Durchlaßspannungen von T 2, T 3, D 2 und D 3 liegt sie betragsmäßig um etwa 2,8 V unter der Eingangsspannung (vorausgesetzt, R 7, R 8

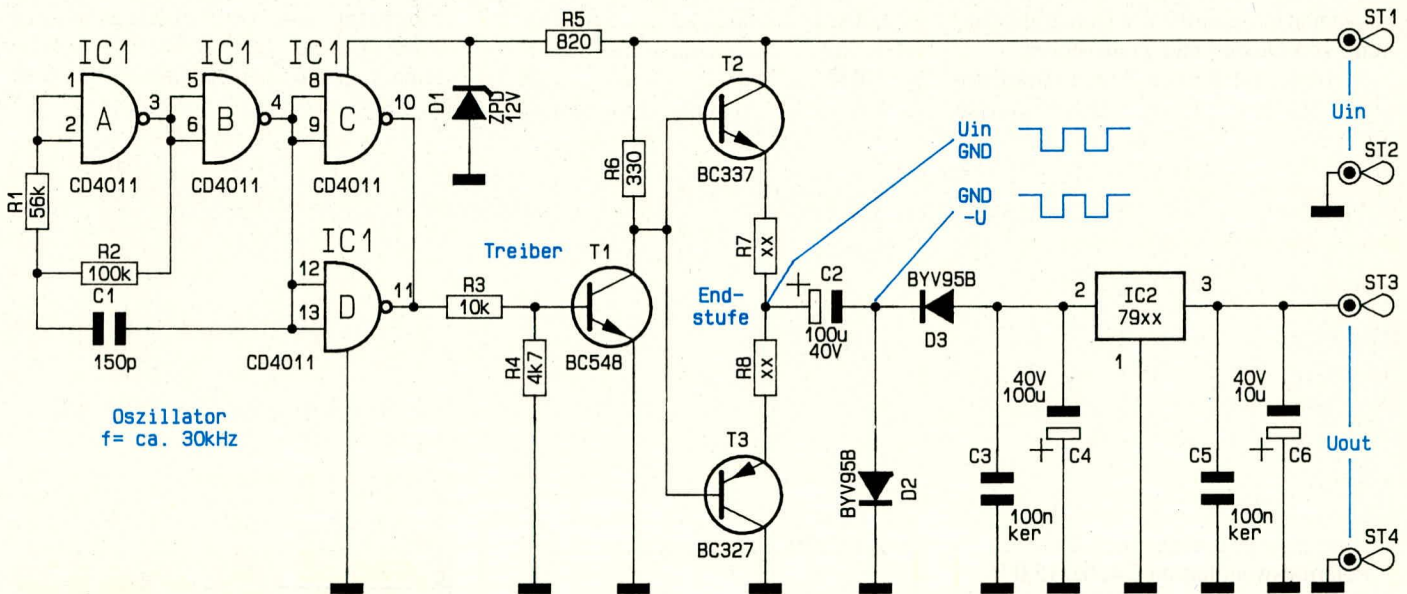


Bild 1: Schaltung des DC-DC-Wandlers als Polaritätswandler

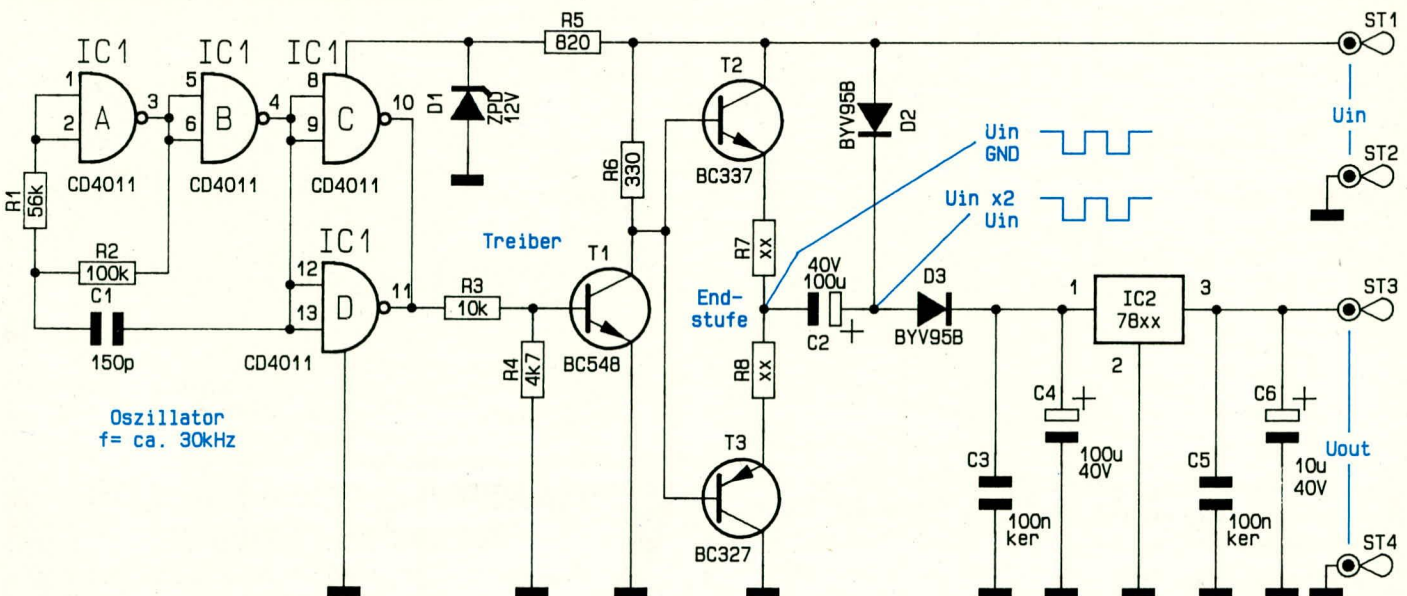


Bild 2: Alternative Beschaltung des DC-DC-Wandlers zur Spannungserhöhung



wurden als Drahtbrücken bestückt).

Der nachfolgende, auch wegläßbare Festspannungsregler IC 2 nimmt eine Stabilisierung der negativen Betriebsspannung auf den gewünschten Wert vor, wobei die Kondensatoren C 3, C 5 und C 6 zur allgemeinen Stabilisierung und zur Schwingneigungsunterdrückung dienen. An ST 3 kann jetzt die negative Versorgungsspannung entnommen werden, bezogen auf die Masse der Eingangsspannung.

Bild 2 zeigt die Beschaltung eines zur Spannungserhöhung dienenden DC-DC-Wandlers, welche bis zum Endstufenausgang identisch zu Bild 1 aufgebaut ist.

Das Ausgangssignal wird jetzt jedoch mit D 2 auf ca. 0,7 V unterhalb der Betriebsspannung geklemmt, und anschließend erfolgt mittels D 3 eine Gleichrichtung, so daß am Ladeelko C 4 jetzt die doppelte Versorgungsspannung ansteht, abzüglich der genannten insgesamt 2,8 V Durchflußspannung von Dioden und Transistoren.

Werden anstelle der Siliziumtransistoren T 2 und T 3 Germaniumtransistoren des Typs AC 187 und AC 188 sowie für die Dioden D 2 und D 3 Schottky-Dioden

vom Typ BAT 46 eingesetzt, so verringern sich die beschriebenen Spannungsverluste der Schaltung beträchtlich und betragen nurmehr ca. 1,5 V. Dieser Vorteil kommt aber aufgrund des relativ flachen Kennlinienverlaufs sowohl von Germaniumtransistoren als auch von Schottky-Dioden nur bei relativ geringen Ausgangslasten zum Tragen (vgl. Tabelle 1). In der Praxis sind für die benötigten Hilfsspannungen aber in der Tat oft nur minimale Ströme vonnöten, so daß die genannte alternative Bestückung je nach Versorgungsfall sehr nützlich sein kann.

### Stückliste: DC/DC-Wandler

#### Widerstände:

330Ω	.....	R 6
820Ω	.....	R 5
4,7kΩ	.....	R 4
10kΩ	.....	R 3
56kΩ	.....	R 1
100kΩ	.....	R 2

#### Kondensatoren:

150pF	.....	C 1
100nF/ker.	.....	C 3, C 5
10µF/40V	.....	C 6
100µF/40V	.....	C 2, C 4

#### Halbleiter:

CD4011	.....	IC 1
BC327	.....	T 3
BC337	.....	T 2
BC548	.....	T 1
ZPD12V	.....	D 1
BYV95B	.....	D 2, D 3

#### Sonstiges:

- 4 Lötstifte
- 4 cm Schaltdraht, blank, versilbert
- IC 2 sowie R 7, R 8 hängen vom jeweiligen Einsatzfall ab und sind separat zu bestellen, ebenso die Alternativ-Typen für D 2, D 3, T 2, T 3.

Tabelle 1

I <sub>aus</sub>	U <sub>Sonder</sub>	U <sub>Normal</sub>
1 mA	13,5 V	12,3 V
2 mA	13,4 V	12,3 V
5 mA	13,2 V	12,2 V
10 mA	13,0 V	12,1 V
20 mA	12,8 V	12,0 V
50 mA	12,3 V	11,7 V
100 mA	11,7 V	11,2 V

Ausgangsspannungen des DC-DC-Polaritätswandlers an C 4, bei 15,0 V Eingangsspannung, in Abhängigkeit von Ausgangsstrom I<sub>aus</sub>. Bei konventioneller Bestückung vom D2, D3, T2, T3 ergibt sich jeweils U<sub>Normal</sub>, bei Sonderbestückung dieser Bauteile durch Schottkydioden bzw. Germaniumtransistoren dagegen U<sub>Sonder</sub>.

### Zum Nachbau

Der Aufbau der Platine gestaltet sich problemlos. Je nach Einsatzfall sind für D 2, D 3 und den Spannungsregler IC 2 die mit „\*“ versehenen Bestückungspositionen (Spannungserhöhung) oder die normal nummerierten Positionen (Negativspannungserzeugung) zu verwenden. Die Polung von C 2 und C 4 differiert gemäß Bild 1 und Bild 2 je nach Einsatzfall.

IC 2 wird je nach angestrebter Ausgangsspannung ausgewählt, d. h. 78xx-Typen bei Spannungserhöhung, 79xx-Typen bei Polaritätswandlung. Durch Weglassen der Spannungsregler stellt der ELV-DC-DC-Wandler besonders hohe Spannungen zur Verfügung; speziell wenn mit Schottkydioden und Germaniumtransistoren gearbeitet wird.

Die Dimensionierung kann also je nach Einsatzfall sehr flexibel vorgenommen werden, so daß der ELV-DC-DC-Wandler seine Vorzüge in einer Vielzahl von praktischen Schaltungen entfalten kann. **ELV**

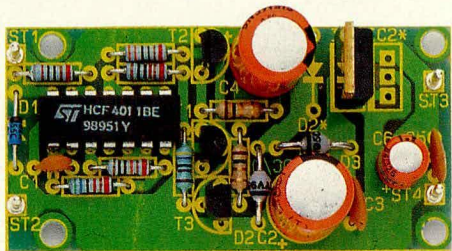


Bild 3: Als Polaritätswandler aufgebauter DC-DC-Wandler

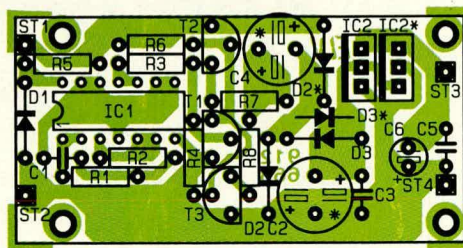


Bild 4: Je nach Ausführung sind die mit „\*“ versehenen oder die normal nummerierten Positionen zu bestücken.