

DC-DC-Wandler Teil 3

DC-DC-Wandler mit galvanischer Trennung zwischen Primär- und Sekundärseite finden in der Elektronik vielfältige Verwendung. Die Funktionsweise und die praktische Ausführung beschreibt der vorliegende Artikel.

Allgemeines

Als Basis für die Funktionsbeschreibung eines Gleichspannungswandlers mit galvanischer Trennung stellen wir eine erprobte, vielseitig einsetzbare Beispielschaltung vor. Bevor wir uns jedoch mit der detaillierten Schaltung des Wandlers befassen, soll zunächst das Funktionsprinzip anhand des in Abbildung 6 gezeigten Blockschaltbildes erläutert werden.

Das hier zum Einsatz kommende Schaltungsprinzip wird als Gegentaktwandler bezeichnet. Ein typisches Kennzeichen für einen Gegentaktwandler ist der Wechselrichter, der u. a. aus mindestens 2 Leistungsschaltern besteht.

Mit Hilfe des Wechselrichters wird die Eingangs-Gleichspannung in eine Wechselspannung umgeformt. Im Anschluß an die Transformation durch den Transformator TR 1 wird auf der Sekundärseite eine Gleichrichtung und Pufferung durchgeführt, womit wir eine galvanisch getrennte Gleichspannung erhalten.

Bei der vorliegenden Schaltung läßt sich ein Übertragungszyklus in 4 Zeitabschnitte unterteilen. In der ersten Phase wird der Schalter S 1 geschlossen und die Eingangsspannung U_e liegt zwischen Mittelanzapfung und dem unteren primären Wicklungsanschluß an. Hierdurch wird beim vorliegenden Wicklungssinn des Transformators TR 1 die Diode D 1 leitend und an der Drossel L 1 liegt die Eingangsspannung an, gewichtet mit dem Übersetzungsverhältnis des Transformators und reduziert um die an der Diode D 1 abfallende Flußspannung.

In der folgenden zweiten Phase öffnet der Schalter S 1 wieder, wodurch der aus der ersten Schaltphase resultierende Drosselstrom nun von den Dioden D 1 und D 2 gemeinsam übernommen wird.

In der dritten Betriebsphase schließt der Schalter S 2, wodurch auf der Sekundärseite nun die Diode D 2 leitend ist. An der Drossel liegt wiederum die gleiche Spannung wie in Phase 1 an, wobei der Strom allerdings über die Diode D 2 fließt.

Der vierte und letzte Zeitabschnitt ent-

spricht der bereits beschriebenen Phase 2. Beide Leistungsschalter S 1 und S 2 sind geöffnet und die Dioden D 1 und D 2 übernehmen je zur Hälfte den Drosselstrom.

Den mathematischen Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung beschreibt die Formel:

$$U_a = 2 \frac{t_{\text{ein}}}{T} \cdot \frac{U_e}{\ddot{u}} \left(\text{mit } \frac{t_{\text{ein}}}{T} < 0,5 \right)$$

Wie aus der Formel zu ersehen ist, wird das Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung zum einen durch das Tastverhältnis und zum anderen durch das Übersetzungsverhältnis des Transformators bestimmt. Ist das Übersetzungsverhältnis 1 : 1, so kann die Ausgangsspannung maximal die Höhe der Eingangsspannung annehmen, reduziert um die Diodenflußspannung.

Bei der Ansteuerung der Leistungsschalter S 1 und S 2 muß sichergestellt sein, daß die beiden Leistungsschalter für die exakt gleiche Zeit durchgeschaltet sind. Wird diese Forderung nicht erfüllt, so kommt es je nach Schaltzeitdifferenz zu einer mehr oder weniger starken Gleichstrombelastung des Transformators, wodurch dieser in die Sättigung getrieben wird. Bedingt durch die hohen Sättigungsströme kann dies zu einem Defekt der Leistungsschalter führen. Aus demselben Grund ist unbedingt zu vermeiden, daß einer der Leistungsschalter überhaupt nicht schaltet.

Schaltung

Abbildung 7 zeigt die detaillierte Schaltung des DC-DC-Wandlers mit galvanischer Trennung. Die Ansteuerung der Leistungsschalter T 1 und T 2 übernimmt der integrierte Baustein IC 1 des Typs 3525A. Hierbei handelt es sich um einen preiswerten und weit verbreiteten Pulsweiten-Modulator, der speziell für entsprechende Einsatzfälle geschaffen wurde.

Neben dem eigentlichen Pulsweiten-Modulator sind in diesem IC auch eine Oszillatorschaltung, je eine Ausgangstreiberstufe zur direkten Ansteuerung der beiden Leistungsschalter sowie weitere, für Schaltnetzwerke wichtige Schaltungseinheiten integriert. Insbesondere wird durch den Einsatz des 3525A ein sicheres Schalten der Leistungsschalter gewährleistet.

Die Oszillatorfrequenz und damit die Schaltfrequenz des gesamten Wandlers wird durch die Bauelemente C 1 und R 3 vorgegeben. Bei der gewählten Dimensionierung ergibt sich eine Frequenz von ca. 25 kHz.

Mit dem Trimmer R 2 in Verbindung mit R 1 wird das Tastverhältnis des Ansteuerungssignals für die Leistungsschalter eingestellt. Durch den weiten Einstellbereich und den 1 : 1-Transformator kann hiermit die Ausgangsspannung von 3 bis annähernd zur Höhe der Eingangsspannung ein-

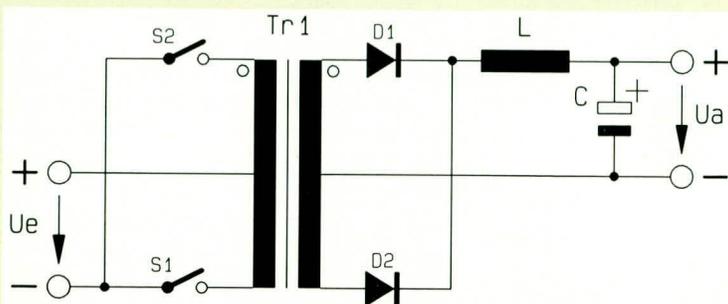


Bild 6: Prinzipschaltbild des DC-DC-Wandlers mit galvanischer Trennung

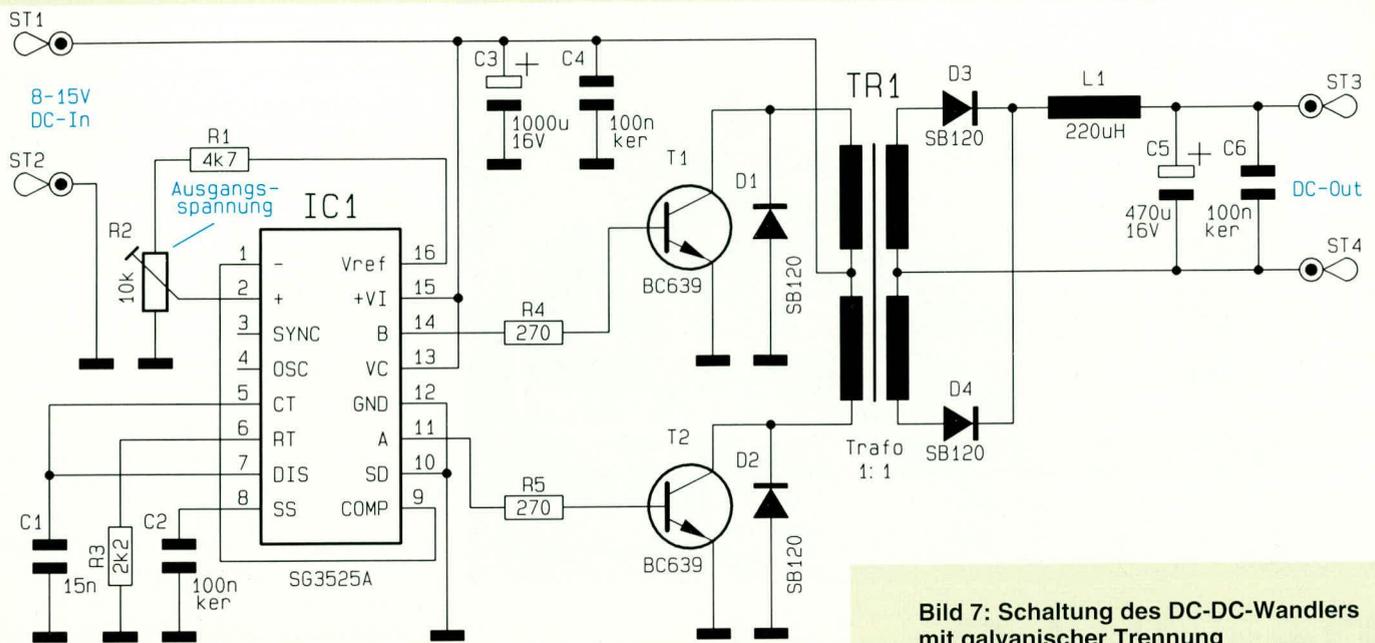


Bild 7: Schaltung des DC-DC-Wandlers mit galvanischer Trennung

gestellt werden. Die Ansteuerung der Leistungsschalter T 1 und T 2 erfolgt direkt über die Widerstände R 4 und R 5.

Die Sekundärseite des DC-DC-Wandlers entspricht bis auf einen zusätzlichen

Kondensator zur Blockung hochfrequenter Störanteile exakt der Prinzipschaltung aus Abbildung 6. Bei den Dioden D 1 bis D 4 handelt es sich um schnelle Schottky-Typen, wodurch die Verlustleistung, bedingt durch die geringe Flußspannung kleiner als bei Silizium-Dioden ist.

Die technischen Daten dieses vielfach einsetzbaren DC-DC-Wandlers sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

folgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes.

Es empfiehlt sich, zuerst die niedrigen Bauelemente wie Dioden und Widerstände, gefolgt von den übrigen höheren Komponenten einzusetzen und zu verlöten.

Da es sich bei dem Ferrit-Transformator TR 1 um einen 1 : 1-Typ handelt, spielt die Einbauposition im vorliegenden Anwendungsfall keine Rolle.

Nachdem die Bestückung abgeschlossen ist, sollte vor der ersten Inbetriebnahme nochmals eine sorgfältige Prüfung im Hinblick auf korrekte Bestückung und Lötung erfolgen.

Dem Einsatz dieser in erster Linie als Schaltungsbeispiel für das Verständnis der

funktionellen Zusammenhänge konzipierte Wandler-Schaltung steht nun nichts mehr im Wege. **ELV**

Tabelle 3: Technische Daten DC-DC-Wandler mit galvanischer Trennung

Eingangsspannung:	8 - 15 V
Ausgangsspannung:	einstellbar von 3 V bis ca. $U_e - 0,5$ V)
Ausgangsstrom:	max. 300 mA
Restwelligkeit: ..	100 mV bei 300 mA
Schaltfrequenz:	ca. 25 kHz

Stückliste: DC-DC-Wandler

Widerstände:

270	R4, R5
2,2k	R3
4,7k	R1
PT10, liegend, 10k	R2

Kondensatoren:

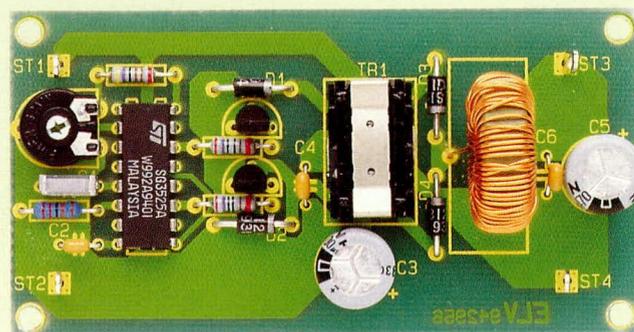
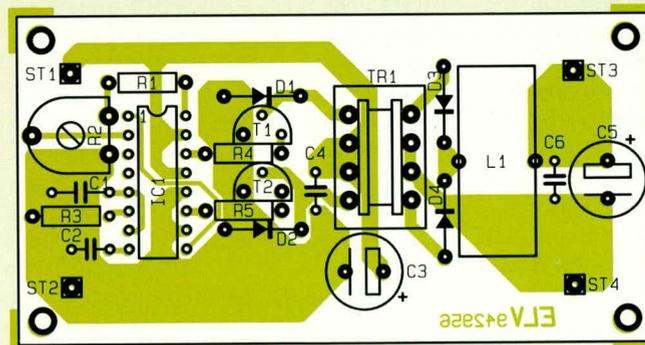
15nF	C1
100nF/ker	C2, C4, C6
470µF/16V	C5
1000µF/16V	C3

Halbleiter:

SG3525A	IC1
BC639	T1, T2
SB120	D1 - D4

Sonstiges:

Spule, 220µH	L1
1 Trafo, 1:1	
4 Lötstifte mit Lötöse	



Fertig aufgebaute Leiterplatte und Bestückungsplan des galvanisch getrennten DC-DC-Wandlers