

1 Grundlagen

1.1 Gleichspannungswandler

Ein Gleichspannungswandler, auch DC/DC-Wandler genannt – die Abkürzung DC steht für direct current (Gleichstrom) – wandelt eine zugeführte Eingangsgleichspannung in eine geregelte oder ungeregelte Gleichspannung, deren Spannungsniveau am Ausgang höher, niedriger, invertiert oder isoliert zur Eingangsspannung sein kann.

Gleichspannungswandler müssen immer dort eingesetzt werden, wo die zur Verfügung stehende Eingangsspannung nicht zur Versorgung der nachfolgenden Elektronikkomponenten passt.

So kann z.B. mit einer 24 VDC Lkw Batterie kein Radio oder Funkgerät in einem Kfz betrieben werden, da hierfür eine niedrige Spannung von 12 VDC benötigt wird. DC/DC-Wandler sind unter anderem weiterhin Bestandteil von Netzteilen (Notebooks, Router, Drucker etc.) und werden auch auf den elektronischen Baugruppen der Industrie (I/O Boards, SPS Steuerungen, Anzeigensystemen, Prozessorsteuerungen) eingesetzt.

Für den Entwickler ist im Vorfeld eines Einsatzes die Spezifikation und die Auswahl eines DC/DC-Wandlers entscheidend, um einen ordnungsgemäßen Betrieb seines Produktes zu gewährleisten und sicher zu stellen, dass sein Endprodukt keine Gefahr für die Anwender darstellt.

Unterschiedliche Kundenanwendungen erfordern unterschiedliche Anforderung an den DC/DC-Wandler und daher ist eine Vielzahl von verschiedenen Gleichspannungswandlern bzw. Schaltreglern mit entsprechenden Schaltungstopologien notwendig.

Die grundlegende Funktionsweise eines Schaltreglers besteht darin, dass in einem Eingangskondensator Energie gespeichert und von dort taktweise in einen Ausgangskondensator transferiert wird. Der Eingangskondensator ist auf die Eingangsspannung aufgeladen. Eine Induktivität wird als Zwischenspeicher der Energie und zur Begrenzung des Stromflusses genutzt. Die Taktung wird mithilfe eines elektronisch arbeitenden Schalters realisiert und dieser wird mit einem Rechtecksignal periodisch angesteuert. Das Verhältnis von Ein- zu Aus-Phase des Schalters bestimmt auch das Verhältnis der Eingangs- zu Ausgangsspannung. Die Ausgangsspannung steht am Ausgangskondensator zur Verfügung und kann somit die Last speisen.

Ebenfalls zutreffend ist eine andere vereinfachte Betrachtungsweise der Funktion eines Schaltreglers. Aus der Gleichspannung am Eingang des Reglers wird durch Taktung eine Wechsellspannung erzeugt. Anschließend wird diese mit einem Filter (Induktivität + Ausgangskapazität) in eine Gleichspannung mit anderer Amplitude zurückgewandelt. Je nachdem wie die Induktivität in die Schaltung implementiert wurde (Topologie), kann die Ausgangsspannung höher oder niedriger als die Eingangsspannung sein.

Rechtecksignal

1 Grundlagen

1.1 Gleichspannungswandler

Zur Auswahl stehen nicht isolierte und isolierte Gleichspannungswandler und nachfolgend eine Auswahl an verschiedenen Schaltungstopologien:

Nicht isolierte Gleichspannungswandler:

- Abwärtswandler (engl.: Buck Converter, Step Down Converter)
- Aufwärtswandler (engl.: Boost Converter, Step Up Converter)
- Abwärts-/Aufwärtswandler (engl.: Buck-Boost Converter)
- Inverswandler (engl.: Inverting Converter)
- SEPIC-Wandler (engl.: SEPIC Converter)
- Ladungspumpe (Schaltkondensatorwandler, engl.: Switched-Capacitor Voltage Converter)

Isolierte Gleichspannungswandler:

- Sperrwandler (engl.: Flyback Converter)
- Eintaktflusswandler (engl.: Forward Converter)
- Gegentaktflusswandler (engl.: Push-pull Converter)
- Resonanzwandler (engl.: Resonant Converter)
- Halbbrückenwandler (engl.: Half Bridge Converter)
- Vollbrückenwandler (engl.: Full Bridge Converter)

Die nicht isolierten Wandler stellen eine günstige Lösung für viele Anwendungen dar und werden häufig bei kleinen Spannungswandlungen verwendet. Hohen Eingangsspannungen oder Transienten können sie jedoch nicht viel Schutz entgegensetzen. Die isolierten Gleichspannungswandler hingegen besitzen eine hohe Isolationsspannung und können somit zur potentialfreien Masseverbindung (Trennung) zwischen den Ein- und Ausgängen eingesetzt werden. Hierfür werden zusätzliche Bauteile benötigt und sie sind hierdurch aufwendiger und somit kostenintensiver.

Bei einer diskreten Schaltreglerlösung werden die notwendigen Bauteile direkt auf der Leiterplatte verbaut und im Vorfeld muss eine Auswahl und Dimensionierung der einzelnen Bauteile vorgenommen werden. Zudem müssen bereits zu Beginn des Designs die Themen EMV, Wärmemanagement sowie Wirkungsgrad und Temperaturverhalten der Schaltung berücksichtigt werden und mehr denn je hängt diese Entwicklung vom Know-how und den Zeitressourcen des Anwenders ab.

Eine Alternative zu einem diskret aufgebauten Gleichspannungswandler ist ein Power Modul. Bei diesen Produkten sind sämtliche Bauteile für einen DC/DC-Wandler (IC, Transistoren, Kapazitäten und Induktivitäten) in einem Gehäuse verbaut und teilweise sind sogar schon die Ein- und Ausgangskondensatoren integriert oder durch Application Notes schnell realisierbar.

Ein weiterer Vorteil der Power Module ist der ungebrochene Trend zur immer weiter voranschreitenden Miniaturisierung, denn ein Power Modul benötigt eine bedeutend kleinere Fläche auf der Leiterplatte als eine diskrete Lösung. Auch die Einhaltung der entsprechenden Normen und Leistungsdaten werden vom Power Modul-Hersteller im

Datenblatt bestätigt und aufwendige, kostenintensive Test und Zertifizierungen der Baugruppen können deutlich verkürzt werden.

Einer der ersten Bausteine zur Gleichspannungsregelung ist der lineare Spannungsregler, auch Längsregler genannt. Längsregler sind sehr preisgünstig, einfach in der Verwendung und im Design-In, jedoch stehen diesen, im Vergleich zu einem Power Modul, einige bedeutende negative Eigenschaften, wie z.B. schlechterer Wirkungsgrad und eine hohe Verlustleistung gegenüber.

1.2 Linearregler

In elektronischen Schaltungen werden sehr häufig lineare Spannungsregler zur Umwandlung von einer unregelmäßigen, schwankenden Spannung in eine konstante Spannung verwendet. Der Linearregler (Abb. 1.1) ist gut zur Stabilisierung einer Ausgangsspannung geeignet, die sich in ihrer Höhe von der Versorgungsspannung wenig unterscheidet, d.h. eine möglichst geringe Differenz von Eingangs- zu Ausgangsspannung minimiert die entstehende Verlustleistung. Er kann Lastwechsel schnell ausgleichen und zudem werden keine Störstrahlungen (EMV) erzeugt.

Wegen ihrem geringen Platzbedarf (Bauform z.B. 78Lxx, 78Sxx und 78Hxx) werden Linearregler gegenüber Schaltreglern bevorzugt. Spannungsregler der Serie 78xx für positive und 79xx für negative Ausgangsspannungen gehören wohl zu den bekanntesten DC/DC-Wandlern und das xx in der Typenbezeichnung gibt die jeweilige Ausgangsspannung an. Eine geringe Anzahl passiver Bauteile und somit der technische Aufwand Linearregler einzudesignen ist überschaubar und somit eine sehr kostengünstige Variante einer Spannungsregelung.



Abb. 1.1: Typische Längsregler-Bauform TO220

Linearregler sind als integrierte Schaltungen realisiert, die die Regelstrecke (Transistor) sowie eine Referenzspannungsquelle enthalten. Man unterscheidet zwischen Festspannungsreglern und Reglern mit einstellbarer Ausgangsspannung.

Längsregler

Linearregler