

Gleichspannungswandler

Verwendung von Bootstrap-Schaltungen

Bootstrap-Schaltungen kommen bei Gleichspannungswandlern häufig zum Einsatz, wo sie als Quelle für die Top-Side-Vorspannung dienen. Unser Beitrag zeigt im Detail den Einsatz des LTC3728, ein High-Side Treiber von Linear Technology, für diese Applikation.

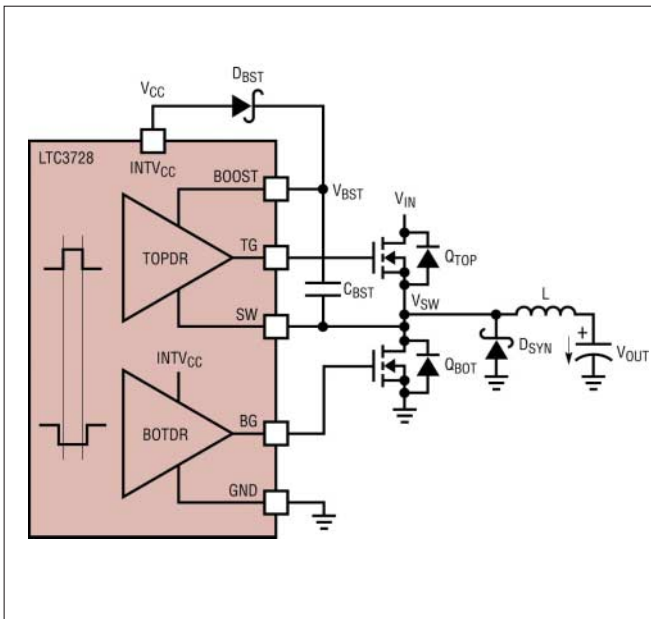


Bild 1: Eine typische Bootstrap-Schaltung mit dem synchronen Abwärtswandler / High-Side-Treiber LTC3728.

(Alle Bilder: Linear Technology)

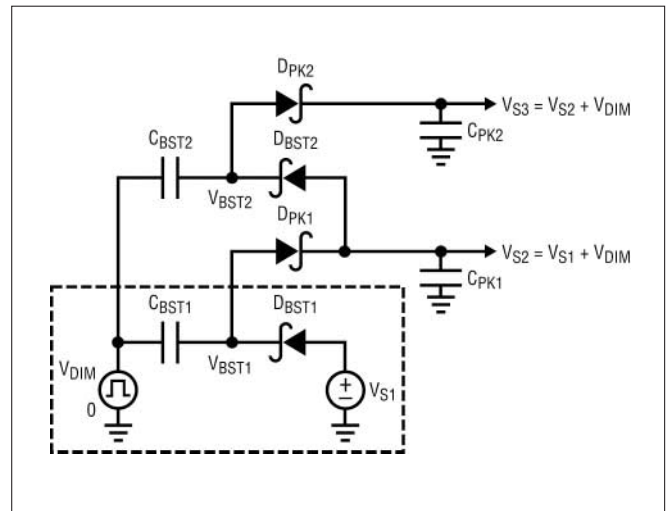


Bild 3: Eine Spannungsmultiplizierer-Schaltung auf Basis der grundlegenden Bootstrap-Komponente.

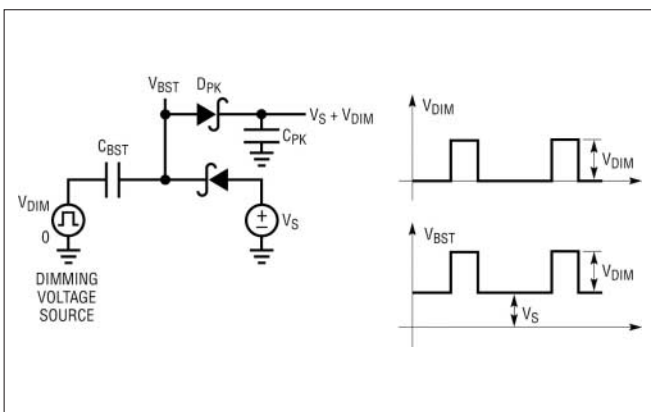


Bild 2a: Grundlegende Komponente einer Bootstrap-Schaltung.
Bild 2b: Wichtige Wellenformen der Bootstrap-Schaltung.

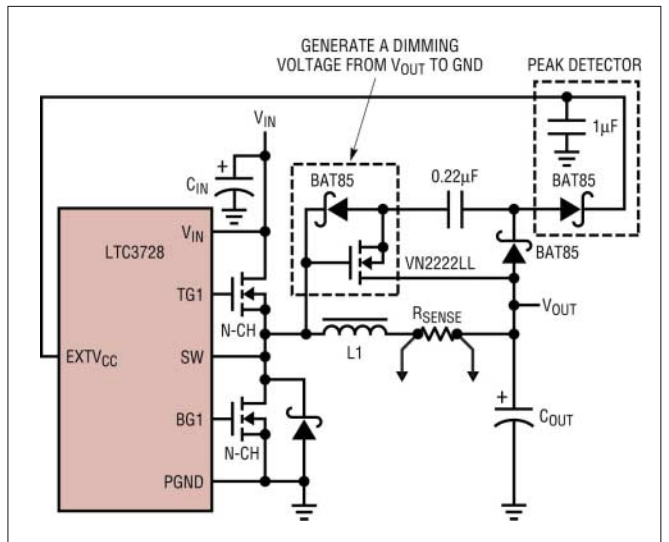


Bild 4: Eine kapazitive Ladepumpenschaltung, abgeleitet von der grundlegenden Bootstrap-Komponente.

AUTOR
George Yu und Tom Gross sind Power Applikationsingenieure bei Linear Technology

Bootstrap-Schaltungen kommen bei DC/DC-Wandlern oft zum Einsatz, da dienen sie als Quelle für die Top-Side-Vorspannung. **Bild 1** zeigt eine typische Bootstrap-Schaltung mit dem LTC3728 High-Side-Treiber. Die Vorspannung für den High-

Side-Treiber wird vom Bootstrap-Versorgungsschaltkreis zwischen den Pins BOOST, INTVCC und SW erzeugt. Zu Beginn des ersten Zyklus beim Einschalten liegt am SW-Pin keine Spannung an. Der Bootstrap-Kondensator wird über die Diode DBST bis

| V_{dim} (dimming source) | V_S (charging source) | V_{bst} |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| V_{sw} (switch node) | INTVCC | $V_{in} + INTVCC$ |
| V_{sw} | V_{in} | $V_{in} + V_{in}$ |
| V_{sw} | V_{out} | $V_{in} + V_{out}$ |
| V_{sw} | $V_{in} + INTVCC$ | $2 \cdot V_{in} + INTVCC$ (fig. 3) |
| V_{out} | V_{out} | $V_{out} + V_{out}$ (fig. 4) |

Tabelle 1: Mögliche Kombinationen bei der Verwendung einer Bootstrap-Schaltung mit dem synchronen Abwärtswandler LTC3728.

auf die Spannung INTVCC geladen. Sobald das High-Side-PWM-Signal aktiviert wird, wird der obere MOSFET-Schalter (QTOP) eingeschaltet, und die Spannung am SW-Pin steigt auf V_{in} . Die Spannung am BOOST-Pin (V_{BST}) beträgt dann $V_{in} + INTVCC$. Wenn QTOP abgeschaltet wird und der untere MOSFET-Schalter (QBOT) eingeschaltet wird, wird der SW-Pin an Masse gelegt und der Bootstrap-Kondensator CBST wird wieder auf das Niveau von INTVCC geladen. Wenn die Schaltfrequenz ausreichend hoch ist, kann sichergestellt werden, dass die Spannung über dem Bootstrap-Kondensator auf dem Niveau von INTVCC gehalten werden kann, um ein ordnungsgemäßes Schalten des High-Side-Schalters zu gewährleisten.

Die Bootstrap-Schaltung in Bild 1 kann auch wie in Bild 2a dargestellt werden, um die Schaltung besser zu verstehen. Die Bootstrap-Schaltung kann in vier erforderliche Elemente aufgeteilt werden: 1) Spannungsquelle zum Dimmen V_{DIM} , 2) Bootstrap-Diode DBST, 3) Bootstrap-Kondensator CBST und 4) Spannungsquelle zum Laden V_S . Die Spannungsquelle zum Dimmen ist eine Spannungsquelle, die zwischen V_{DIM} und Masse wechselt. Bild 1 ist eine Schaltung mit dem LTC3728, einem synchronen Abwärtsregler, bei der die Spannung am Schalterknoten (V_{SW}) als Spannungsquelle zum Dimmen dient. Wenn QTOP eingeschaltet ist, entspricht V_{DIM} der Eingangsspannung (V_{in}), und wenn QBOT eingeschaltet ist, wird V_{DIM} auf Massepotential gelegt. INTVCC dient als Ladespannungsquelle V_S . Bild 2b gibt den typischen Wellenformen am Schalterknoten (V_{SW} oder V_{DIM}) wieder sowie die Spannung am Bootstrap-Kondensator (V_{BST}). Die Spitzenspannung am Bootstrap-Kondensator (V_{BST}) ist die Summe aus V_{DIM} und V_S , oder bei der Abwärtsreglerschaltung mit dem LTC3728 INTVCC

+ V_{in} . Durch Hinzufügen einer weiteren Diode sowie eines Kondensators kann eine Peakdetektor-Schaltung für eine Spannungsquelle sorgen, die $V_S + V_{DIM}$ entspricht.

Durch die Verwendung unterschiedlicher Quellen für V_{DIM} und V_S können unterschiedliche Gleichspannungen erzeugt werden. Tabelle 1 demonstriert einige mögliche Kombinationen, die mit dem synchronen Abwärtsregler LTC3728 realisiert werden können. Bild 3 ist eine Spannungsmultiplizierer-Schaltung unter Verwendung der grundlegenden Bootstrap-Komponente und einer einfachen Peakdetektor-Schaltung. Ohne die Spannungsabfälle an der Boost-Diode (DBST) und der Peakdetektor-Diode (DPK) zu berücksichtigen, beträgt die Spannung $V_{S1} + 2 \cdot V_{DIM}$. Dabei ist 2 die Anzahl der hintereinander geschalteten Stufen der grundlegenden Bootstrap-Komponente. Allgemein kann eine Gleichspannung von $V_{S1} + n \cdot V_{DIM}$ mithilfe von n Stufen der grundlegenden Bootstrap-Komponente und einer Peakdetektor-Schaltung erzeugt werden. Bei der Beispielschaltung mit dem LTC3728 kann eine Spannung von $INTVCC + 2 \cdot V_{in}$ mit zwei Stufen der Bootstrap-Komponente erzeugt werden.

Bild 4 schließlich zeigt die Implementierung der unterschiedlichen Spannungsquellen zur Bereitstellung einer stabilen Gleichspannung. Eine Spannungsquelle zum Dimmen, die zwischen V_{OUT} und GND umschaltet, besteht aus einem Schalter (VN2222LL), 3 Dioden und 2 Kondensatoren und erzeugt eine Spannung $EXTVCC$, die doppelt so hoch ist wie die Ausgangsspannung. (sb)

infoDIRECT
414eio308

www.elektronik-industrie.de
▶ Link zu Linear Technology