

LED-Treiber mit hoher Ausgangsleistung

Wandlertopologie für alle Applikationen

Zu der Versorgung von sehr hellen LEDs muss der Treiber-IC in der Lage sein, ausreichend Strom und Spannung für sehr viele unterschiedliche LED-Konfigurationen zu liefern. Und zwar in einer Wandler-Topologie, die sowohl den Eingangsspannungsbereich sowie den Ausgangsspannungsbereich abdeckt, als auch den nötigen Strom liefert.

Autor: Tony Armstrong

Die Lichtausbeute von LEDs hat bereits den wichtigen Meilenstein von 100 Lumen/Watt überschritten, wobei einige Hersteller angeben, dass sie unter Laborbedingungen schon 120 Lumen/W erreichen. Das bedeutet, dass die LED bezüglich der Lichtstärke die CFL (80 Lumen/W) hinter sich lässt. Nichtsdestotrotz, wird vorhergesagt, dass LEDs bis 2012 einen Lichtstrom von 150 Lumen/W abgeben werden. Darüber hinaus hat die LED, mit dem derzeitigen Fokus „Grün“ zu sein, einen weiteren Vorteil. Sie enthält keine die Umwelt schädigenden Materialien wie die CFLs, die toxischen Quecksilberdampf innerhalb der Gläsröhre haben.

Rasante Entwicklung bei weißen HB-LEDs

Die Preise für LED-Beleuchtungen sind ebenfalls sehr schnell gesunken. Der Preis einzelner high brightness (HB) Weißlicht-Leuchtdioden, von denen mehrere in einer Lampe sitzen und die den Großteil der Kosten ausmachen, sind von 5 Dollar vor einigen Jahren auf jetzt unter 1 Dollar gefallen. Viele Marktanalysten der LED-Industrie glauben, dass die LED-Lampen, die als Ersatz für Glühlampen eingesetzt werden, in den nächsten zwölf Monaten zu einem Preis angeboten werden können, der für die Konsumenten akzeptabel ist. Einige LED-Hersteller geben an, dass sie bereits Licht emittierende Chips entwickelt haben, die eine LED-Lampe mit einer Lichtstärke vergleichbar einer 75-Watt-Glühbirne ersetzen können. Diese LED-Chips benötigen jedoch nur rund 12 W Leistung, um denselben Lichtstrom zu generieren.

Anforderung an Treiberbausteine

Ein Schlüsselmerkmal für die Leistungsfähigkeit, die ein LED-Treiberbaustein haben muss, ist die Fähigkeit, LEDs zu dimmen. Da LEDs mit einem konstanten Strom versorgt werden, und die Höhe des Gleichstroms proportional zur Helligkeit der LED ist, gibt es zwei unterschiedliche Methoden die LED-Helligkeit zu variieren. Die erste Methode

ist das analoge Dimmen, bei dem der Versorgungsstrom für die LED proportional durch Senken des Konstantstrompegels verändert wird. Das Absenken des LED-Versorgungsstroms kann jedoch zu einer Änderung der Lichtfarbe oder einer ungenauen Aussteuerung des LED-Stroms führen. Die zweite Methode ist das digitale Dimmen über die Pulsweitenmodulation (PWM). Das PWM-Dimmen schaltet die LED mit einer Frequenz bei oder über 100 Hz ein und aus, was vom menschlichen Auge nicht wahrgenommen wird.

Das Tastverhältnis des PWM-Dimmens ist proportional zur LED-Helligkeit, da der LED-Strom in der eingeschalteten Phase immer die gleiche Stärke hat (wie vom LED-Treiberbaustein geliefert). Dadurch bleibt die LED-Lichtfarbe auch immer konstant, selbst bei hohen Dimmverhältnissen. Die Methode des PWM-Dimmens kann in manchen Anwendungen für Dimmverhältnisse von bis zu 10.000 : 1 eingesetzt werden. Speziell in der Versorgung von sehr hellen (HB) LEDs, muss der LED-Treiber-IC in der Lage sein, ausreichend Strom und Spannung für sehr viele unterschiedliche LED-Konfigurationen zu liefern. Und zwar in einer Wandler-Topologie, die sowohl den Eingangsspannungsbereich sowie den benötigten Ausgangsspannungsbereich abdeckt, als auch die Anforderungen an den Versorgungsstrom erfüllt. Deshalb sollten HB-LED-Treiber idealerweise folgende Eigenschaften aufweisen:

- Weiter Eingangsspannungsbereich – bis zu 100 V.
- Weiter Ausgangsspannungsbereich – bis zu 100 V
- Hoher Wirkungsgrad der Wandler – bis zu 95%.
- Exaktes Anpassen des LED-Stroms – unter 2% Temperaturfehler.
- Geringes Rauschen, Betrieb mit konstanter Frequenz – hoch bis zu 2,5 MHz.
- Separate Steuerung von Strom- und Dimmung.
- Weite Dimmverhältnisse – bis zu 10.000 : 1.
- Mehrfache Wandler-Topologien – Aufwärts, Abwärts, Aufwärts/Abwärts und SEPIC. →





Auf einen Blick

Viele Anforderungen werden erfüllt

Trotz der langen Liste an Leistungscharakteristika, die für HB-LED-Treiberbausteine nötig sind, muss auch die vom LED-Treiber versorgte LED selbst in der Lage sein, den erforderlichen Lichtstrom aus der kleinstmöglichen Leistung zu generieren ohne signifikante thermische Designeinschränkungen hervorzurufen. Zum Glück für die Entwickler von Produkten mit HB-LEDs mit hoher Ausgangsleistung gibt es bereits sehr verlustarme LEDs und Hochleistungs-LED-Treiberbausteine, um diese zu versorgen.

 **infoDIREKT** www.all-electronics.de

421ei1011

- Umfangreiche Schutzfunktionen, wie bei offenen LED-Ketten, Kurzschluss des LED-Pins mit der Ausgangsspannung und exakte Schwellwerte der Unterstromsperrre.
- Geringe, kompakte Ausmaße der Lösung mit minimalen externen Komponenten.

Applikationen von HB-LEDs

Es ist keine Frage, dass die Mehrheit der heutigen Autoscheinwerfer immer noch mit Glühlampen arbeitet. Ihre Dominanz wird aber von den Gasentladungslampen hoher Intensität (HID) einerseits und den HB-LEDs andererseits angegriffen. Unter dem Begriff HID-Lampen werden alle Gasentladungslampen zusammengefasst, die allgemein zur Beleuchtung verwendet werden, wie Hochdruck-Quecksilberdampf-, Hochdruck-Natrium-, Niederdruck-Natrium- und Halogen-Metalldampflampen. Allgemein eingesetzte Lichtquellen sind ausreichend hell, um die Arbeits- oder Wohnumgebung in einem Raum, Gebäude oder sogar im Außenbereich auszuleuchten. Dies beinhaltet Wohnungs-, kommerzielle und industrielle Beleuchtungen, Straßenbeleuchtungen und Autoscheinwerfer. HID-Xenon-Lampen wurden erstmals in den späten 1990er Jahren in Autoscheinwerfern eingesetzt. Sie sind jedoch sehr teuer in der Herstellung, so dass sie nur begrenzt in Oberklasse-Automobilen Einzug hielten. Wegen der Markteinführung von HB-LEDs wird der Einsatz von solchen HID-Xenon-Lampen rasch zurück gehen. Deshalb werden HB-LED-Scheinwerfer in den nächsten zehn Jahren das größte Wachstum erfahren (Bild 1).

Eine weiße 25-W-Scheinwerferlampe kann mit einem Array von 18 in Reihe geschalteten LEDs aufgebaut werden, durch die ein Strom von 350 mA fließt, um den nötigen Lichtstrom zu erzeugen. Der bisherige Haupthinderungsgrund für den Einsatz ist jedoch, ob man eine solche Konfiguration einfach und effizient versorgen kann.

Aktuelle LED-Treiber

Eine mögliche Lösung ist die Verwendung des kürzlich auf den Markt gebrachten monolithischen LED-Treibers LT3956 von Linear Technology. Der LT3956 ist ein DC/DC-Wandler, der speziell dazu entwickelt wurde, als Konstantstrom- und Konstantspannungsregler zu arbeiten. Er eignet sich ideal zum Betreiben sehr heller LEDs mit hohem Strombedarf (Bild 2).

Der LT3956 enthält einen internen Low-Side-N-Kanal-Leistungs-MOSFET, der für 84 V bei 3,3 V ausgelegt ist und von einer internen geregelten Spannung mit 7,15 V versorgt wird. Seine Architektur mit fester Frequenz und im Strommodus arbeitend, resultiert in einem stabilen Betrieb über einen großen Bereich an Versorgungs- und

Ausgangsspannungen. Ein auf Masse basierender Rückkoppel-Pin der Referenzspannung (FB) dient als Eingang für mehrere LED-Schutzfunktionen und ermöglicht es dem Wandler ebenfalls als Konstantspannungsquelle zu arbeiten. Ein Frequenz-Einstellpin ermöglicht es dem Anwender, die Frequenz zwischen 100 kHz und 1 MHz zu programmieren, um den Wirkungsgrad, die Leistungsfähigkeit oder die Ausmaße externer Komponenten zu optimieren.

Der LT3956 misst den Ausgangstrom auf der Strom-führenden Seite (high side) der LED-Kette. Das Messen auf der Strom-führenden Seite ist die flexibelste Art, LEDs zu versorgen, da dies Aufwärts-, Abwärts- oder Aufwärts/Abwärts-Konfigurationen ermöglicht. Der PWM-Eingang bietet LED-Dimmverhältnisse von bis zu 3000:1 und der CTRL-Eingang liefert zusätzliche analoge Dimmmöglichkeiten.

Nichtsdestotrotz gibt es Anwendungen in anderen High-End-Märkten, die ihre eigenen, ganz speziellen Anforderungen an leistungsstarke LED-Treiber haben und bei denen LED-Ströme von über 10 A nötig sind. Dazu gehören DLP-Projektoren, Laser-Treiberbausteine und Architekturbeleuchtungen. Das Bereitstellen von Strömen über 10 A kann jedoch eine Fülle von Problemen mit sich bringen, wobei das thermische Management im Endprodukt nicht das kleinste davon ist. Speziell dafür hat Linear Technology einen einzigartigen LED-Treiberbaustein entwickelt, der ganz speziell die Designanforderungen in diesen Anwendungen erfüllt.

Der LT3743 ist ein synchroner DC/DC-Abwärtswandler und dafür entwickelt, einen Konstantstrom zu liefern, um LEDs mit hohem Strom zu versorgen. Er kann bis zu 20 A kontinuierlichen oder bis zu 40 A gepulsten LED-Strom liefern. Das spezielle Design des LT3743 ermöglicht die tri-state-Stromsteuerung, was ihn ideal für die Farbmischaufgaben eignet, die in einem DLP-Projektor erforderlich sind. Er hat auch eine sehr schnelle ($< 2 \mu\text{s}$) Übergangszeit auf unterschiedliche Stromstärken, was die Auflösung der Farbmischung optimiert und sehr schnelles Strompulsen in Laser-Applikationen ermöglicht.

Der Eingangsspannungsbereich des LT3743 von 5,5 V bis 6 V macht ihn gut geeignet für eine Vielzahl von Anwendungen wie industrielle und architektonische Beleuchtungen sowie DLP-Projektion. Der LT3743 generiert bis zu 20 A kontinuierlichen LED-Strom aus einer Eingangsspannung von nominal 12 V, was in einer Leistung von über 80 W resultiert. In gepulsten LED-Applikationen kann er aus einer 12-V-Eingangsspannung bis zu 40 A Strom oder 160 W Spitzenleistung an die LED liefern. Wirkungsgrade bis zu 95% eliminieren jeglichen Einsatz von Kühlkörpern und vereinfachen das thermische Design wesentlich. Ein Frequenzeinstell-Pin ermöglicht es dem Anwender, die Frequenz zwischen 100 kHz



Bild 1a: Der LT3743 ermöglicht sowohl PWM- als auch CTRL_SELECT-Dimmen, was ein Dimmverhältnis von 3000 : 1 auf drei unterschiedlichen LED-Strompegeln ermöglicht.

Bild 1: HB-LED-Scheinwerfer werden in den nächsten zehn Jahren das größte Wachstum erfahren.

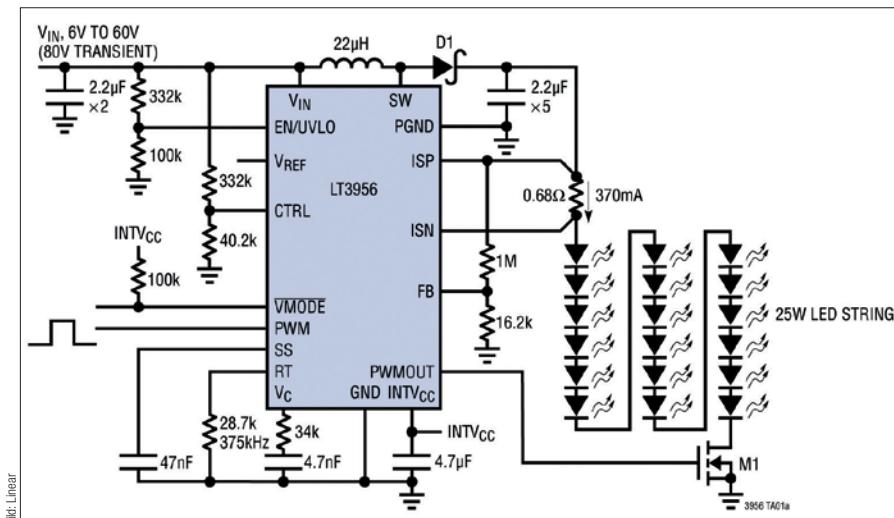


Bild 2: 25-W-Treiberbaustein mit 95% Wirkungsgrad für weiße Scheinwerferlampen.

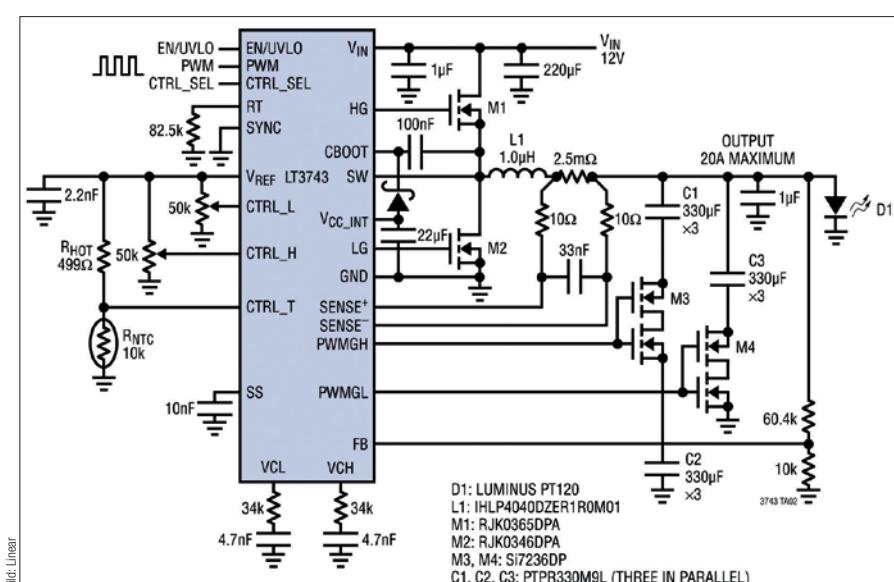


Bild 3: Typische Applikationsschaltung des LT3743, die 20 A Strom an die LED liefert.

und 1 MHz zu programmieren, so dass die Entwickler den Wirkungsgrad optimieren können und dabei gleichzeitig die Ausmaße der externen Komponenten minimieren. Kombiniert mit einem QFN-Gehäuse mit 4 mm x 5 mm Kantenlänge oder thermisch verbesserten TSSOP-28-Gehäuse ergibt der LT3743 eine sehr kompakte Lösung zur Versorgung von LEDs mit hoher Ausgangsleistung. Bild 3 zeigt eine typische Applikationsschaltung.

Der LT3743 ermöglicht sowohl PWM- als auch CTRL_SELECT-Dimmen, was ein Dimmverhältnis von 3000 : 1 auf drei unterschiedlichen LED-Strompegeln erlaubt, was ihn ideal für Farbmixschaufgaben macht, wie sie in DLP-Projektoren nötig sind. Gleichzeitig ermöglicht ihm die einzigartige Topologie zwischen zwei geregelten LED-Strompegeln in unter 2 µs umzuschalten, wodurch eine exaktere Farbmischung in RGB-Applikationen möglich ist. Ein maximaler Fehler von +/- 6 % des LED-Versorgungsstroms sichert die genaueste Helligkeit der Lichtausbeute aus der LED. Zusätzliche Eigenschaften sind: Regelung der Ausgangsspannung, Schutzschaltung bei offener LED, Überspannungsschutz und eine Schaltung zum Ausgleich der thermischen Drift. (sb)



Der Autor: Tony Armstrong, Director of Product Marketing, Power Products, Linear Technology Corporation.