

## 60-V-DC/DC-Wandler

# Lichtstarke weiße LEDs benötigen Hochleistungs-LED-Treiber

Da LEDs ganz allgemein eine akkurate und effiziente Gleichspannungsquelle sowie Hilfsmittel zum Dimmen benötigen, müssen die LED-Treiber-ICs so aufgebaut sein, dass sie diese Anforderungen auch in einer Vielzahl unterschiedlicher Applikationen erfüllen. Leistungslösungen müssen sehr effizient, robust, sehr kompakt und preisgünstig sein.

Die wohl am schnellsten wachsenden Anwendungen, die den Übergang auf LEDs von Glühlampen, Leuchtstoffröhren und HPS-Beleuchtungen (high pressure sodium, Hochdruckdampflampen) beschleunigen, werden allgemein in der Innen/Außenbeleuchtung gefunden, da hier die Amortisation von Energieeinsparungen am Größten ist.

## LED-Beleuchtung für den Innen- und Außenbereich

Vorteile wie geringe Vorteile wie geringe Größe, lange Serviceintervalle, geringer Stromverbrauch, einfaches Dimmen und schnelle Einschaltzeiten haben den Einsatz von HB-LEDs in vielen bestehenden Beleuchtungsanwendungen sowohl in industriellen Anwendungen wie auch im Wohnbereich beflügelt. Die lange Betriebszeit und die geringe Größe von LEDs erlauben es, völlig neue Konfigurationen in Applikationen einzusetzen. Diese reichen von weißen LED-Arrays, die Licht in Kühlschränken in Supermärkten liefern bis hin zu komplexeren Systemen, die komplette Universitätsgelände beleuchten. **Bild 1** zeigt LED-Straßenlampen, die allgemein immer stärker eingesetzt werden. In diesem speziellen Design laden die Solarzellen während des Tages eine Batterie und die LED wird während der Nacht über diese Batterie betrieben, wodurch grundsätzlich jede CO<sub>2</sub>-Belastung eliminiert wird.



Bild 1: Solarbetriebene LED-Straßenbeleuchtung.

## Industrielle Hochleistungsbeleuchtungen

Industrielle Beleuchtungen, ob in einer Fabrik oder Raffinerie, einem Einzelhandelsgeschäft oder Krankenhaus, erfordert einige spezifische Standards bezüglich Farbe, schnellem Einschalten, Dimm-Möglichkeiten, Robustheit, einfachem Aufbau und natürlich hohem Wirkungsgrad. Da jedoch neue Beleuchtungen, die LEDs verwenden, allgemein teurer sind als solche mit Glühlampen, müssen deutliche Einsparungen in den langfristigen Energiekosten durch eine effizientere Erzeugung des Lichts Voraussetzung sein. LED-Beleuchtungen bieten einen über zehnmal höheren Wirkungsgrad verglichen mit einer entsprechenden Glühlampe sowie zwei- bis dreimal höheren Wir-

kungsgrad verglichen mit einer Leuchtstoffröhre oder HPS-Lampe, was die langfristigen Energieeinsparungen ermöglicht. Bei Anwendungen in Fabriken, die rund um die Uhr laufen, amortisieren sich die Investitionen in LEDs in nur wenigen Jahren wieder. In anderen Applikationen kann dies bis zu fünf Jahre dauern. Anstatt von einer Hochspannungswechselstromquelle, wie bei Glühlampen, Leuchtstoffröhren und HPS-Lampen üblich, betrieben zu werden, verwenden LEDs üblicherweise eine wesentlich niedrigere Gleichspannung als Quelle, die abhängig von der Applikation und der LED-Konfiguration typisch im Bereich zwischen 8 V und 72 V liegt. Die meisten neuen Entwicklungen werden zwischen 12 V und 24 V Gleichspannung betrieben, nur

### AUTOR



**Jeff Gruetter,**  
Product Marketing Engineer,  
Power Products,  
Linear Technology

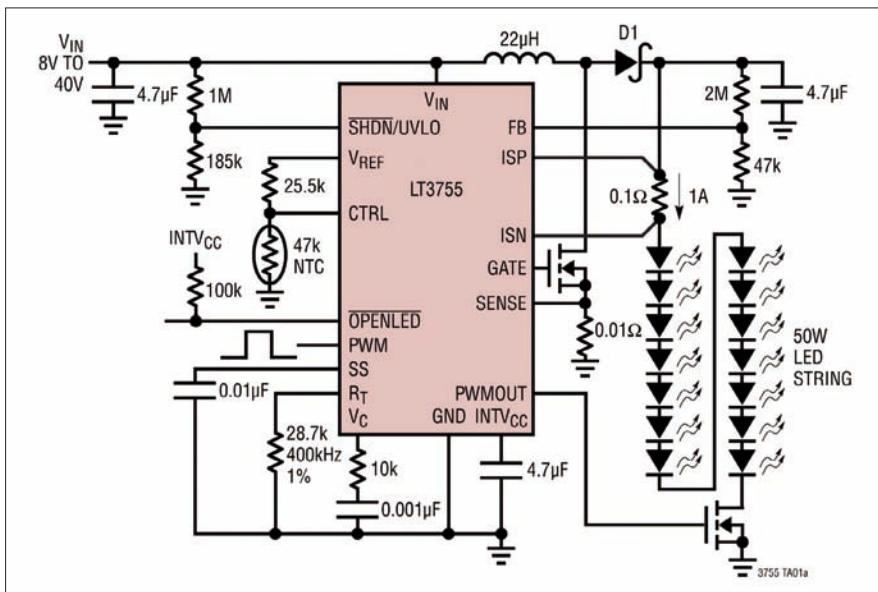


Bild 2: Der LT3755, eine 50-W-LED-Treiberschaltung im Aufwärtsmodus betrieben.

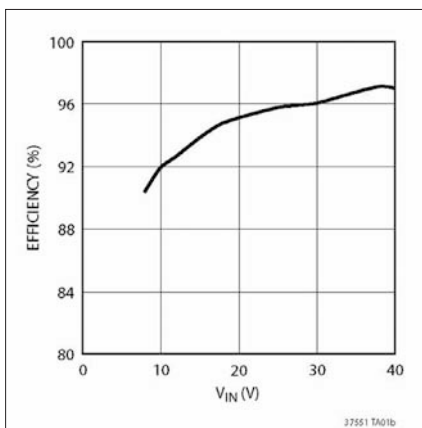


Bild 3: Wirkungsgrad gegen VIN der LED-Treiberschaltung LT3755.

einige wenige Nachrüstentwicklungen benutzen einen 12-V-Wechselspannungseingang.

Um die optimale Leistungsausbeute und lange Betriebsdauer zu sichern, benötigen LEDs also eine effektive Treiberschaltung. Diese Treiberschaltungen müssen an einem grob geregelten Spannungspegel arbeiten und sowohl kostengünstig als auch effektiv bezüglich der Ausmaße sein. Um die lange Betriebsdauer beizubehalten ist es unerlässlich, dass die Strom- und Temperaturgrenzen einer LED nicht überschritten werden. Es ist ebenfalls wichtig, dass ein LED-Treiber einen konstanten Strom an eine Reihe (string) mit LEDs liefert, unabhängig von Änderungen der Eingangsspannung, um eine konstante Leuchtstärke und Lichtfarbe zu

sichern. Aus diesem Grund ist üblicherweise eine LED-Treibertopologie im Strommodus und mit konstanter Frequenz erforderlich. Im Vergleich zu einer Ansteuerung im Spannungsmodus verbessert die Ansteuerung im Strommodus die Schleifendynamik und liefert eine Strombegrenzung in jedem Zyklus (cycle-by-cycle), um einen konstanten Strom für die LED zu liefern. Schließlich müssen LED-Treiber Wirkungsgrade über 90% aufweisen, um die Notwendigkeit externer Kühlkörper zu minimieren und den hohen Wirkungsgrad des Beleuchtungssystems zu sichern.

Bild 2 zeigt eine typische 50-W-LED-Reihe versorgt von einem einzigen LED-Treiber, dem LT3755 von Linear Technology, der im Aufwärtsmodus betrieben wird. Der LT3755 ist ein 60-V-DC/DC-Wandler mit High-Side-Stromfühler, der speziell dazu entwickelt wurde, Hochstrom-LEDs zu betreiben. Sein Eingangsspannungsbereich zwischen 4,5 V und 40 V macht ihn für eine Vielzahl von Applikationen geeignet, einschließlich industriellen und Gebäude-Beleuchtungen. Der IC benutzt einen externen N-Kanal-MOSFET und kann bis zu 14 weiße 1-A-LEDs aus einem nominalen 12-V-Eingang versorgen, wodurch er über 50 W liefert. Mit einem 12-V-Eingang könnte er bis zu 20 LEDs versorgen und dazu insgesamt 75 W LED-Leistung liefern.

Der DC/DC-Wandler enthält einen High-

Side-Stromfühler, wodurch er in Aufwärts-, Abwärts-, Aufwärts/Abwärts-, SEPIC oder Flyback-Topologien betrieben werden kann. In diesem Beispiel wird er im Aufwärts-Modus betrieben und weist dabei einen Wirkungsgrad von über 90% auf, wodurch jegliche Kühlkörper eliminiert und sonstige thermische Maßnahmen minimiert werden. Ein Pin zur Frequenzjustierung erlaubt es dem Anwender die Frequenz zwischen 100 kHz und 1 MHz zu programmieren, was den Wirkungsgrad optimiert und die Größe sowie Kosten externer Komponenten minimiert. Integriert in ein 3 mm x 3 mm großes QFN-Gehäuse bietet der LT3755 eine sehr kompakte LED-Treiber-Lösung zwischen 50 W bis 75 W.

Der DC/DC-Wandler-IC verwendet die True-Color-PWM-Dimmung, die eine konstante LED-Farbe in einem Dimmbereich von bis zu 3000:1 gewährleistet. Für weniger anspruchsvolle Dimm-Anforderungen kann der CTRL-Pin verwendet werden, einen analogen Dimm-Bereich von 10:1 zu erreichen. Seine Strommodusarchitektur mit fester Frequenz bietet einen stabilen Betrieb über einen weiten Bereich von Versorgungs- und Ausgangsspannungen. Ein auf Massereferenz gelegter FB-Pin dient als der Eingang für verschiedene LED-Schutzfunktionen, was es ermöglicht, den Wandler auch als Konstantspannungsquelle zu verwenden.

Das Design aus Bild 2 kann in vielen unterschiedlichen Konfigurationen implementiert werden. Die LEDs könnten in einem einzigen Array in einer Scheinwerfer-Konfiguration angeordnet werden, um eine 125-W-Leuchtstoffröhre oder HPS-Lampe zu ersetzen. Alle Konfigurationen haben die gleiche Lichtausbeute wie eine 500-W-Halogenlampe, die LED jedoch mit einer sehr kleinen prozentualen Wärmeabgabe. Zusätzlich zur Energieeinsparung bieten die vom LT3755 betriebenen LEDs ein sofortiges Einschalten, eine reinere Lichtfarbe und die Möglichkeit die LEDs schnell und genau zu dimmen. Alternativ könnten die LEDs als Schienenleuchten (track lamps) mit bis zu 14 4-W-LEDs konfiguriert werden, jede dieser Lampen würde die Lichtausbeute einer 40-W-Halogenlampe liefern, bei gleicher oder besserer Lichtfarbe, wobei



Bild 4: Raffinerie beleuchtet mit weißen LEDs (links) und HPS-Lampen (rechts).

zusätzlich noch die inhärente Feuergefahr einer sehr heißen Halogenlampe reduziert wird. Ähnlich könnte diese Konfiguration mehrere Leuchtstoffröhren ersetzen.

#### Fallstudie in industriellen Beleuchtungsaufgaben

Um speziell die Vorteile der industriellen LED-Beleuchtung gegenüber den historisch effizientesten HPS-Beleuchtungen zu erkennen, kann man als Beispiel eine Raffinerie wie in **Bild 4** heranziehen. In diesem Beispiel wurden über 1000 250-W-HPS-Lampen durch die gleiche Anzahl von weißen 100-W-HB-LEDs, die

vom LT3755 versorgt werden, ersetzt. Da diese Lichter rund um die Uhr eingeschaltet sind, ist der erste Vorteil eine 60% Einsparung an Energie. Für die gesamte Raffinerie sind dies Kosteneinsparungen von 164000 US-Dollar/Jahr (@ 0,10 kWh). Diese Einsparungen können noch deutlich weiter gesteigert werden, da die LEDs keinerlei Aufwärmphasen benötigen und „Sofort-Ein“ betrieben werden können, die ihre volle Intensität im Bruchteil einer Sekunde erreichen. Damit kann die Raffinerie noch wesentlich mehr Energie einsparen, da die Beleuchtung ausgeschaltet werden kann, wenn sie nicht benötigt wird, oder durch den Einsatz von Bewe-

gungsmeldern gesteuert werden, um den Betrieb rund um die Uhr zu vermeiden.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist die Lichtqualität. Wie in **Bild 4** ersichtlich, ist der linke Bereich der Raffinerie mit LEDs beleuchtet und zeigt ein reines weißes Licht mit vollem Spektrum, das wesentlich einfacher für visuelle Analysen anzuwenden ist, als die HPS-Lampen (rechte Seite), die Licht fast ausschließlich im orangen Bereich des Farbspektrums ausstrahlen, was die Unterscheidung von Farben erschwert. In einer Raffinerie ist dies besonders unerwünscht, da es sehr wichtig ist, Dampf visuell vom Rauch eines Feuers unterscheiden zu können. Ebenfalls wichtig ist die Fähigkeit selbst bei wenig Licht farbkodierte Verdrahtungen und farbige Beläge (plaques) genau zu charakterisieren.

Schließlich werden die LEDs mit ihrer Lebensdauer von 100000 Stunden über 11 Jahre im Betrieb rund um die Uhr leuchten – im Gegensatz dazu müssen HPS-Lampen alle ein oder zwei Jahre erneuert werden. Dies reduziert die langfristigen Gesamtkosten der HB-LEDs weiter, wenn man es mit der jetzigen HPS-Beleuchtung vergleicht.(jj)

	<b>InfoDIRECT</b>	<b>511LED0709</b>
<p>▶ <a href="http://www.elektronik-industrie.de">Link zu Linear Technology</a>  <a href="http://www.elektronik-industrie.de">www.elektronik-industrie.de</a></p>		