

Design Note

36V/2A-LED-Treiber mit PWM-Dimmung im Verhältnis 5.000:1 hält dank Silent-Switcher-Architektur die EMI-Grenzwerte der Norm CISP Klasse 5 ein

Kyle Lawrence

Einführung

LED-Hintergrundbeleuchtungen für die Head-up-Displays, Infotainment-Systeme und Armaturentafeln in Automobilen müssen einerseits hell genug sein, um auch bei hellem Sonnenlicht am Tag einsetzbar zu sein. Andererseits müssen sie bei Nacht um mehrere Größenordnungen dimmbar sein, damit eine Blendung vermieden wird. Allgemeine LED-Treiber haben allerdings ihre Schwierigkeiten mit der Umsetzung derart großer Dimmungsverhältnisse.

Der synchrone Abwärts-LED-Treiber **LT3932** mit seinen integrierten, für 36 V und 2 A ausgelegten Schaltern zeichnet sich durch ein hohes PWM-Dimmungsverhältnis aus. Der LT3932 enthält hocheffiziente integrierte Leistungsschalter in einem 4 mm x 5 mm großen QFN-Gehäuse und lässt sich mit einer Schaltfrequenz von bis zu 2 MHz betreiben, um ein kompaktes und breitbandiges Design zu erhalten. Wird kein großes Dimmungsverhältnis benötigt, sondern kommt es vorrangig auf Einfachheit an, lässt sich der eingebaute PWM-Generator zum Produzieren eines PWM-Dimmungsverhältnisses von 128:1 nutzen – gesteuert über eine einfache Gleichspannung. Neben dem eingebauten Fehlerschutz zum Umgang mit Stromkreisunterbrechungen und Kurzschlüssen

in den LEDs besitzt der LT3932 eine Funktion für die Spread-Spectrum-Frequenzmodulation zur Eindämmung der elektromagnetischen Störaussendungen, sodass er den hohen Anforderungen von LED-Beleuchtungsanwendungen im Kfz- und Industriebereich gerecht wird (Bild 1a).

Großes PWM-Dimmungsverhältnis

Wird der LT3932 mit einer Dimmfrequenz von 100 Hz und einer Schaltfrequenz von 2 MHz betrieben, kann ein Hochstrom-LED-Design ein PWM-Dimmungsverhältnis von 5.000:1 in Verbindung mit einer guten Regelung des LED-Stroms erzielen. Darüber hinaus lassen sich PWM- und Analogdimmung kombinieren, um ein Dimmungsverhältnis von 20.000:1 zu erzielen. Für Anwendungen, die nach einem Dimmungsverhältnis von über 5.000:1 verlangen, empfiehlt sich der LT3932-1 als Variante des LT3932. Er bietet eine höhere Dimmungs-Performance, ohne dass bauteilbedingte Einschränkungen der minimalen PWM-Einschaltzeit bezogen auf die Schaltfrequenz zu beachten sind.

Angesichts der Tatsache, dass die neuen Bord-Displays in Kraftfahrzeugen ein Dimmungsverhältnis von mindestens 10.000:1

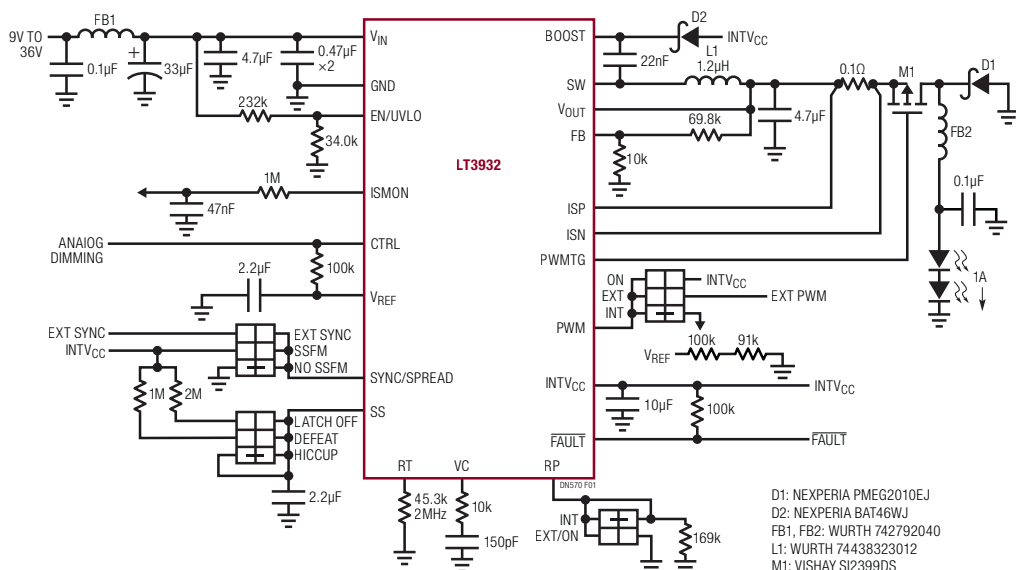


Bild 1a: Dieser mit 2 MHz schaltende LED-Treiber für Automotive-Anwendungen zeichnet sich durch ein niedriges EMI-Aufkommen, intern generierte PWM-Dimmung und einen maximalen Wirkungsgrad von 90 % über den Eingangsbereich aus (ca. 91 % Wirkungsgrad ohne EMI-Filter).

erfordern, erleichtert der LT3932/-1 die Einhaltung der anspruchsvollen Dimmungs-Spezifikationen.

Silent Switcher mit niedrigen EMI-Werten

Die extremen Dimmungsanforderungen, die in Kfz-Anwendungen an die LED-Beleuchtung gestellt werden, können dafür sorgen, dass sich die EMI-Normen der CISPR nur schwierig einhalten lassen, ohne teure Entstörbauteile und eine Zunahme der Komplexität in Kauf zu nehmen. Der LT3932 allerdings macht beides möglich: Dank einer Reihe eingebauter, EMI-mindernder Features erzielt er sowohl ein hohes Dimmungsverhältnis als auch ein niedriges EMI-Aufkommen:

- Die EMI-Minimierung ist das Resultat der Silent Switcher®-Architektur, die die EMI-relevanten Schleifen reduziert.
- Die eingebaute Spread Spectrum-Frequenzmodulation (SSFM) trägt zur Eindämmung der leitungsgeführten und abgestrahlten Störgrößen bei.
- Die kontrollierte Anstiegsgeschwindigkeit des LT3932 optimiert den Wirkungsgrad unter Beibehaltung geringer Störaussendungen.

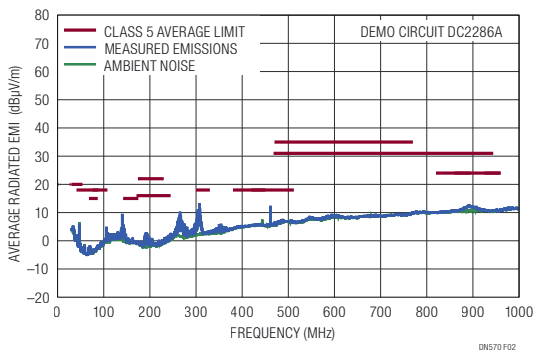


Bild 2: Die LT3932-Schaltung aus Bild 1 besteht die Anforderungen von CISPR 25 Klasse 5 hinsichtlich der abgestrahlten durchschnittlichen elektromagnetischen Störgrößen.

Die Wirksamkeit der Low-EMI-Technologie des LT3932 wird in Bild 2 deutlich. Zu sehen ist ein Scan der abgestrahlten elektromagnetischen Störgrößen der Produktions-Demonstrationsschaltung zum LT3932 (DC2286A). Die Schaltung erfüllt die Durchschnitts- und Spitzen-Grenzwerte gemäß CISPR 25 Klasse 5.

Anwendungen im Machine-Vision-Bereich

Die moderne industrielle Fließbandfertigung nutzt die maschinengestützte, automatische optische Inspektion um sicherzustellen, dass Bauteile, die sich schnell auf einem Fließband vorbeibewegen, die vorgegebenen Spezifikationen erfüllen. Defekte Bauteile, die die optische Inspektion nicht bestehen, werden markiert und automatisch vom Fließband entfernt, um die Einheitlichkeit der Bauteile zu gewährleisten. Die an Fließbändern dieser Art angebrachten Hochgeschwindigkeits-Kameras benötigen ein Blitzlichtsystem, das einen Lichtblitz von stets gleichbleibender Dauer erzeugen kann, während die Dauer der Ausschaltphasen durch

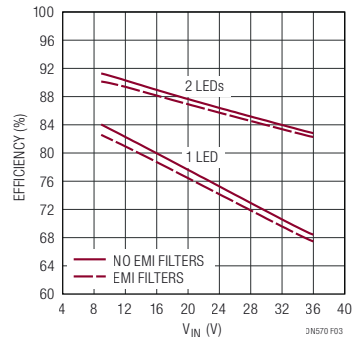


Bild 1b: Der Wirkungsgrad der Schaltung aus Bild 1a bleibt bei der Ansteuerung von 1-A-LEDs mit $f_{sw} = 2$ MHz hoch, auch wenn Filter zur Verringerung des EMI-Aufkommens eingesetzt werden.

die Geschwindigkeit des Fließbands und den Abstand der Bauteile darauf bestimmt wird.

Der LT3932 leistet genau dies: Er kann einen LED-Strom von stets gleichbleibender Dauer mit dazwischenliegenden, beliebig langen Aus-Intervallen produzieren. Hierfür hält er seine Ladung am Ausgang aufrecht, solange das PWM-Signal Low-Status hat. Zusätzliche Schaltungen sind hierfür nicht notwendig. In Bild 3 sind zwei vom LT3932 erzeugte LED-Stromimpulse einheitlicher Länge dargestellt, getrennt durch eine Ausschaltzeit von einer Stunde. Dies verdeutlicht die Fähigkeit des LED-Treibers zum Aufrechterhalten seiner Ausgangsladung über beliebig lange Aus-Intervalle de PWM-Signals hinweg. Dank der Beibehaltung seines Ausgangszustands liefert der LT3932 Impulse von exakt übereinstimmender Form, gleich wie lang das Aus-Intervall des PWM-Signals auch ist.

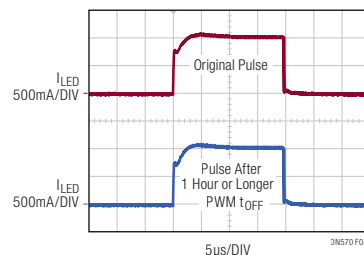


Bild 3: Der LT3932 reproduziert die Stromimpulse unabhängig von der PWM-Ausschaltzeit. Wichtig ist dies für maschinelle Bildverarbeitungs-Systeme, die eine gleichbleibende Ausleuchtung über die Zeit voraussetzen.

Fazit

Mit dem LT3932 lassen sich kompakte, für hohe Ströme geeignete LED-Treiber-Designs mit hervorragenden Dimmungseigenschaften realisieren. Die verschiedenen eingebauten Funktionen des Bausteins vereinfachen das Design leistungsfähiger LED-Treiber-Anwendungen im Automotive- und Industriebereich.

Data Sheet Download
www.linear.com/LT3932

Bei technischen Fragen, Telefon +49 89 96 24 55 0