LED-Treiberbaustein für Lichtblitze hoher Leistungsdichte für maschinelles Sehen

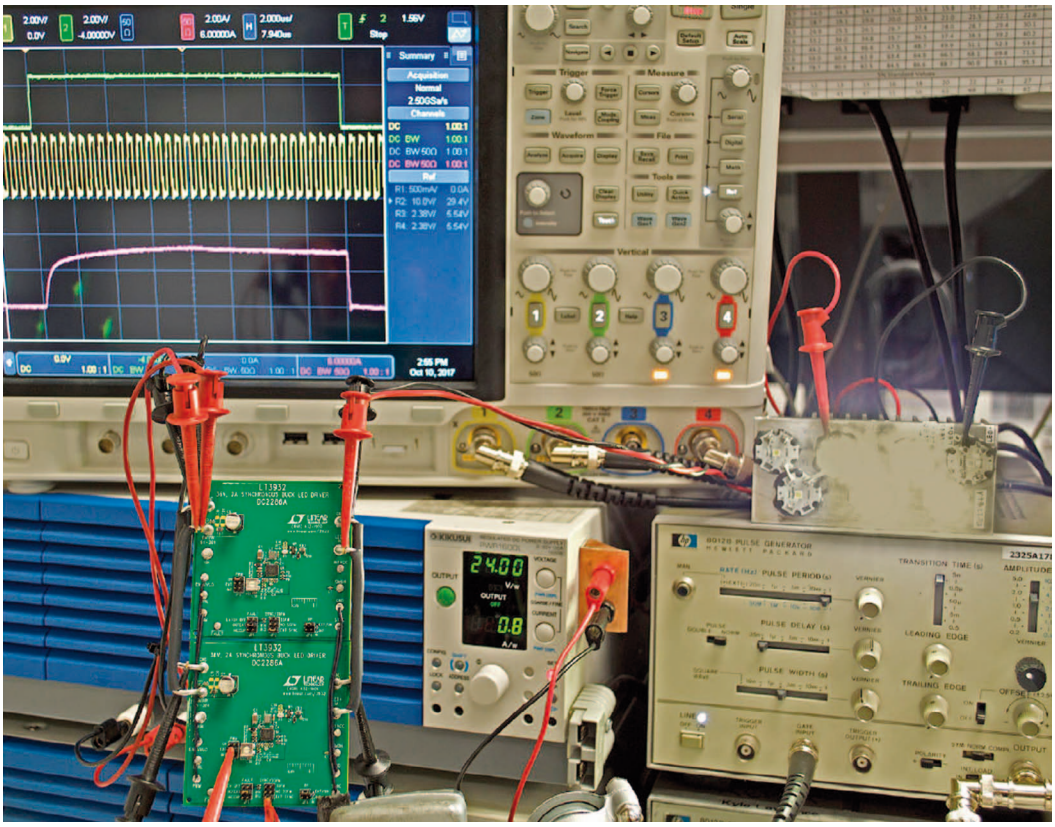

Bild 1: Zwei Demoschaltungen DC2286A für den LT3932 sind einfach parallelgeschaltet, um die in Bild 2 dargestellte Anwendung eines 3-A-LED-Lichtblitzes (bis zu 4 A) für die maschinelle Bildverarbeitung zu kreieren

Maschinelle Bildverarbeitungssysteme nutzen sehr kurze Lichtblitze hoher Intensität, um schnell Bilder zu erzeugen, die in einer Vielzahl unterschiedlicher Datenverarbeitungsanwendungen benutzt werden. Sich schnell bewegende Förderbänder laufen beispielsweise durch Bildverarbeitungsmaschinen um die Etiketten der Waren oder diese auf Defekte zu prüfen. IR- und Laser-LED-Blitze werden allgemein für Bildverarbeitungsmaschinen die Näherung und Bewegungen erfassen eingesetzt. Sicherheitssysteme senden schnelle, schwer zu erkennende LED-Lichtblitze aus, um Bewegungen zu erfassen und diese als sicherheitsrelevantes Material zu speichern.

Ein Problem all dieser Systeme ist es, die nötigen sehr kurzen (Mikrosekunden) LED-Lichtblitze mit sehr hohen Strömen für die Kameras zu erzeugen, die über lange Zeitperioden von 100 ms bis zu mehr als 1 s verteilt sein können. Das Generieren von kurzen, rechteckigen Impulsen für die Lichtblitze separiert von langen Zeitperioden ist nicht trivial. Da der Treiberstrom für die LEDs (oder LED-Ketten) auf über 1 A ansteigt und die Einschaltdauer der LEDs auf Mikrosekunden absinkt, steigen die Anforderungen. Viele LED-Treiber mit schnellen PWM-Fähigkeiten können lange Ausschaltperioden und kurze hohe Strompulse nicht effizient handhaben ohne die rechteckige Signalform zu verfälschen, die nötig ist, um eine saubere schnelle Bildverarbeitung zu ermöglichen.

> ***Kurz gefasst***
>
> *Um scharfe Bilder von bewegten Objekten zu bekommen, muss man mit kurzen Lichtblitzen hoher Intensität blitzen. Das Generieren von kurzen, rechteckigen Impulsen für die Lichtblitze separiert von langen Zeitperioden ist nicht trivial. Die Anforderungen an die LED-Treiber sind dabei hoch.*

Proprietäre LED-Lichtblitze

Es gibt schnelle LED-Treiber, wie beispielsweise den LT3932, die Lichtblitze für maschinelle Bildverarbeitungskameras und bis zu 2-A-LED-Ketten selbst bei langer Abschaltdauer des Lichtblitzes von einer Sekunde, einer Stunde, einem Tag oder noch länger liefern können. Der spezielle Kamerablitz des LT3932 erlaubt es, selbst während langer Ausschaltdauer, den Ladezustand des Ausgangskondensators und der Regelschleife beizubehalten. Nach dem Erfassen des Zustands der Ausgangs- und Regelschleifen-Kondensatoren stellt er die Erhaltungsladung dieser Komponenten auch während langer Ausschaltdauer sicher, um die typischen Leckströme zu kompensieren, was andere LED-Treiber nicht machen. Die proprietäre Lichtblitz-Technik des LT3932 erweitert sich, wenn Bausteine parallel geschaltet werden, um den LED-Strom zu erhöhen. Die gewünschte Form und Integrität des Lichtblitzes bleiben dabei erhalten. Bild 2 zeigt, wie einfach es ist, zwei Treiber für einen 3-A-Kamera-Lichtblitz paral-

Autoren:
Von Kyle Lawrence und Keith Szolusha
Analog Devices Inc.
www.analog.com

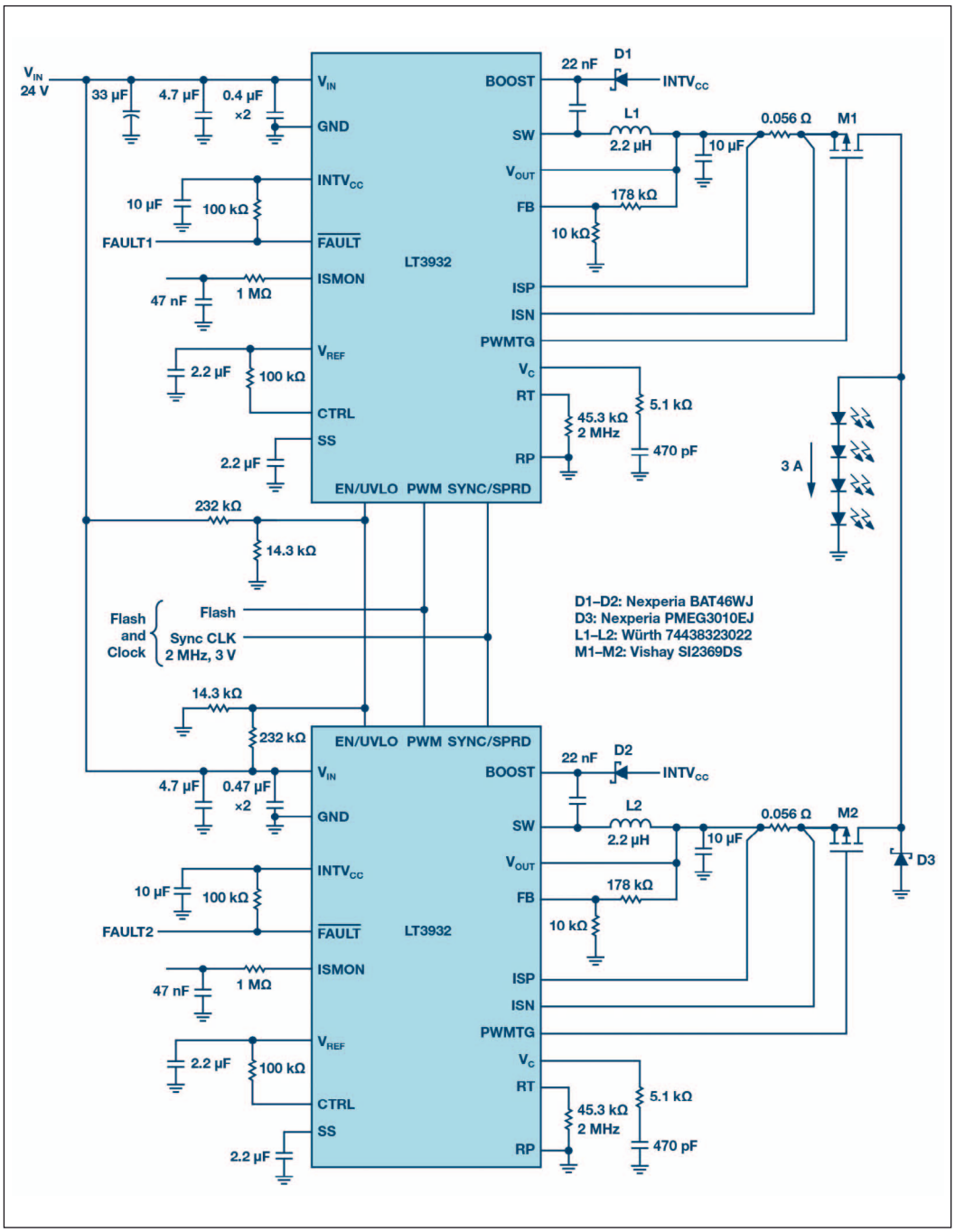

Bild 2: Parallel geschaltete 1,5-A-LED-Treiber LT3932 liefern 3-A-LED-Pulse für die maschinelle Bildverarbeitung mit langer Ausschaltdauer, verglichen mit Standard-PWM-Frequenzen

lel zu schalten – dabei sind Schaltungen bis zu 4 A möglich.

Die Anforderungen an den LED-Lichtblitz für maschinelle Bildverarbeitungssysteme sind weit anspruchsvoller als die, die ein Standard-PWM-Treiber erfüllen kann. Deshalb sind die meisten High-End-LED-Treiber so entwickelt, dass sie die Helligkeitssteuerung für das PWM-Dimmen bei einer PWM-Frequenz von mindestens 100 Hz erzeugen. Dies deswegen, weil niedrigere Frequenzen vom menschlichen Auge als lästiges Flackern oder erkennbaren Abtastimpuls wahrgenommen werden, selbst wenn die LED-Lichtblitze rechteckig und wiederholbar sind. Bei 100 Hz liegt die theoretische maximale Ausschaltdauer bei rund 10 ms. Während dieser 10-ms-Ausschaltdauer verliert ein LED-Treiber, wenn er korrekt entwickelt ist, nur minimal an Ladung des Ausgangskondensators, was es ihm erlaubt, seine Regelschleife mit nahezu demselben Zustand zu starten, mit dem er seinen letzten PWM-ON-Pulse beendet hat. Ein schnelles Hochfahren und Einschwingen des Spulenstroms und des LED-PWM-On-Pulses ist mit minimierter Start-up-Zeit schnell und wiederholbar. Längere Ausschaltdauern (für Frequenzen unter 100 Hz) tragen das Risiko, Ladung des Ausgangskondensators wegen des Leckstroms zu verlieren, was ein schnelles Einschwingen verhindert, wenn die LED wieder eingeschaltet wird.

Parallel geschaltete LED-Treiber für höhere Ströme

LED-Treiber dienen als Stromquellen und regeln den Strom, der durch die Licht emittierenden Dioden fließt. Da der Strom nur in einer Richtung zum Ausgang fließt, können mehrere LED-Treiber parallel geschaltet werden, und sich ihre Ströme für den Verbraucher aufsummieren. Stromquellen müssen nicht vor einem durch einen Konverter zurücklaufenden Strom geschützt werden und haben auch keine falsch angepassten Ausgänge. Spannungsregler sind, andererseits, nicht unbedingt gut im Stromaufteilen zwischen parallelen Reglern. Wenn sie alle zusammen versuchen, die Ausgangsspannung auf einen einzigen Punkt zu regeln und es gibt geringe Unterschiede in ihren Regelschleifennetzen, kann ein Regler einen verpolten Strom ziehen.

Ein LED-Treiber behält seinen Ausgangsstrom bei, unabhängig davon ob noch andere Treiber zusätzlich Strom an den Verbraucher liefern, der dann aufsummiert wird. Dies macht eine Parallelschaltung von LED-Treibern sehr einfach. Zum Beispiel treibt ein LED-Blitzlichtsystem mit zwei parallel geschalteten LT3932, wie in Bild 2 dargestellt, effektiv vier LEDs mit 10 µs kurzen 3-A-Strompulsen, die auf lange Zeitperioden verteilt sind, die von dem maschinellen Bildverarbeitungssystem vorgegeben sind. Jeder LT3932-Konverter liefert während der PWM-Einschaltdauer die Hälfte des gesamten Stroms für die LED-Kette, schaltet dann aus und speichert seinen Ausgangszustand während der PWM-Ausschaltdauer. Die Ausschaltdauer kann, ohne Auswirkungen auf die Wiederholbarkeit der Form des Lichtblitzes, kurz oder lang sein.

Anwendungen mit parallel eingesetzten Kamerablitzen haben fast die gleiche Einfachheit, wie ein einziger Wandler während einer langen Ausschaltdauer. Die Konverter beobachten die gemeinsame Ausgangsspannung am Ende des letzten PWM-ON-Pulses und halten die Ladung des Ausgangskondensators auf diesem Zustand, selbst während langer Ausschaltdauer. Jeder Konverter trennt seinen PWM-MOSFET vom gemeinsamen Verbraucher und hält die

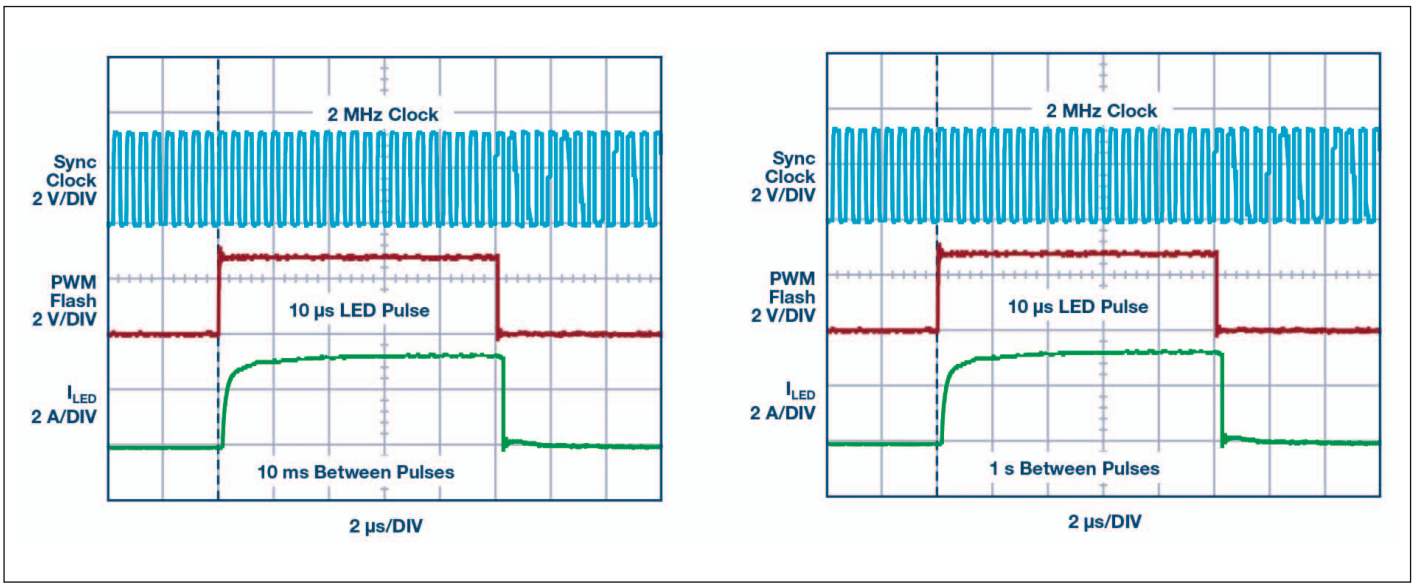

Bild 3: Die Form des Lichtblitzes für die Kamera der parallel geschalteten LED-Treiber aus Bild 2 sehen gleich aus, unabhängig von der Länge der PWM-Ausschaltdauer. Die Signalformen zeigen, dass ein 10 µs langer Puls nach (a) 10 ms und (b) einer Sekunde, gleich ist. Der LED-Blitz des LT3932 bleibt auch gleich nach einer PWM-Ausschaltdauer von einem Tag oder länger

Ladung seines Ausgangskondensators ungefähr auf dem Zustand der letzten beiden Spannungszustände, indem er Strom an diesen Kondensator liefert, da dieser Energie verliert. Jeder Leckstrom, den dieser Kondensator in langen Ausschaltperioden hat, wird von dem kleinen Erhaltungsstrom ausgeglichen. Wenn der nächste PWM-On-Puls startet schalten die PWM-MOSFETs jedes Konverters wieder ein und der Ausgangskondensator beginnt ungefähr im selben Zustand hochzufahren wie beim letzten Puls, egal, ob 10 ms oder ein ganzer Tag vergangen sind. Da dieses System keinen Master und keine Slaves hat, liefern alle Konverter die gleiche Menge Strom und teilen sich die Last. Es wird empfohlen, dass sich alle der parallel geschalteten LED-Treiber den gleichen synchronisieren Takt teilen und phasengleich arbeiten. Dies stellt sicher, dass alle Konverter ungefähr die gleiche Phase der Welligkeit ihrer Ausgangskondensatoren haben, so dass Brummströme nicht zurück, oder zwischen den verschiedenen Konvertern laufen. Es ist wichtig, dass die PWM-Pulsformen mit dem 2-MHz-Synchronisationstakt in Phase bleiben. Dies stellt wiederum sicher, dass die Form des LED-Lichtblitzes rechteckig und ohne Jitter bleibt, was die besten Bildverarbeitungsergebnisse erbringt.

Die Demoschaltung des LT3932 ist dafür entwickelt, um 1 A LED-Strom als abwärts wandelnder LED-Treiber an eine oder zwei LEDs zu liefern. Es kann einfach modifiziert oder parallelgeschaltet werden, wie in Bild 2 gezeigt, um höhere Ströme, Spannungen zu liefern oder Parallelbetrieb zu erlauben. Bild 1 demonstriert, wie zwei dieser Schaltungen einfach miteinander verbunden sind, um aus einem 24-V-Eingang 10 µs lang 3-A-Strompulse durch vier LEDs zu treiben. Zu Testzwecken kann ein Pulsgenerator für das synchronisierte Taktsignal eingesetzt werden, wie in Bild 1 dargestellt. In einem maschinellen Bildverarbeitungssystem in der Fertigung kann ein Takt-Chip verwendet werden, um die synchronisierten SYNC- und PWM-Pulse zu generieren. Für Pulse mit höherem Strom schaltet man weitere DEMO-Boards parallel zusammen.

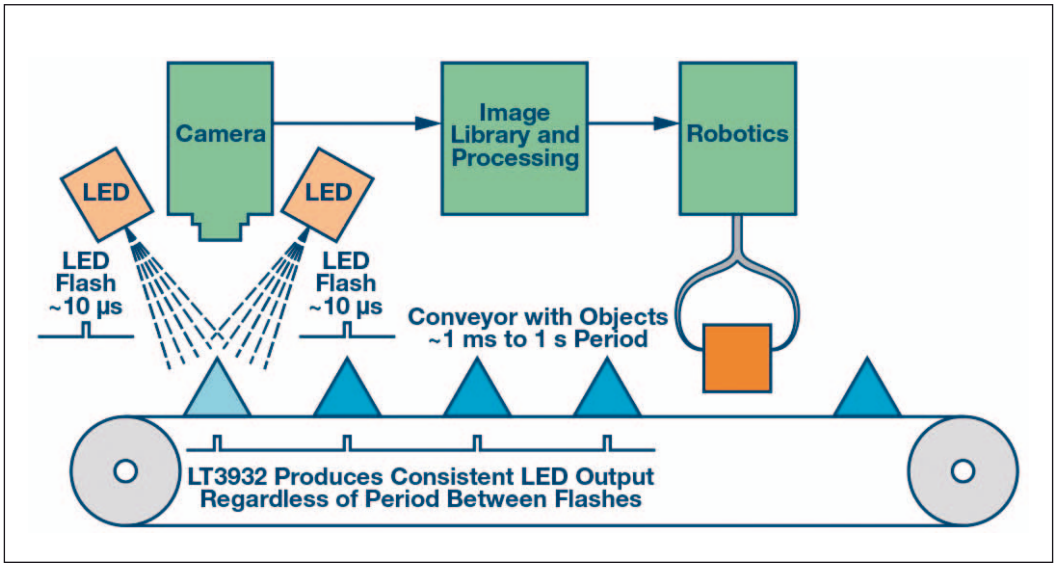

Bild 4: Beispiel einer Bildverarbeitung an einem industriellen Förderband. Inspektionssysteme bewegen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, doch die Blitzlichter müssen schnell und sauber sein

Zusammenfassung

Maschinelle Bildverarbeitungssysteme können parallel geschaltete LED-Treiber benutzen, um schnelle, quadratische Hochstrompulse zu generieren, die für die automatische Bildverarbeitung benötigt werden. Die proprietäre Kamerablitzlichttechnik des LED-Treibers LT3932 kann für höhere Ströme ausgebaut werden, indem man mehrere Konverter parallel zusammen schaltet. Pulse mit 3 A und höher in der Größenordnung von Mikrosekunden sind mit zwei parallel geschalteten LT3932 möglich, selbst bei langen Ausschaltperioden. Die Form des LED-Blitzes für die Kameras bleibt quadratisch und ohne Jitter, völlig unabhängig davon, wie lange die Ausschaltdauer zwischen den LED-Blitzen auch sein mag. ◄