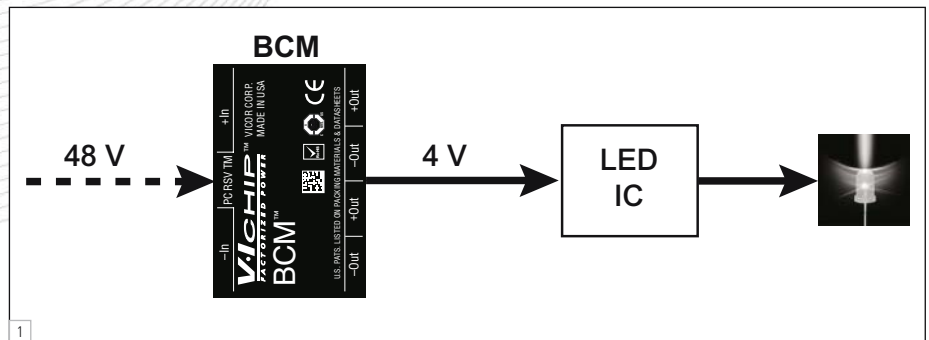


LED-Hintergrundbeleuchtungen flexibel versorgt

Bei LED-Hintergrundbeleuchtungen muss bisher ein hoher Strom innerhalb des Displays verteilt werden. Mit den V•I-Chip-BCM-Buswandlern lässt sich dieses Problem umgehen. Wie die Wandler arbeiten, mit denen sich extrem helle, weisse LED der neuesten Generation betreiben lassen, zeigt dieser Beitrag.



Für eine gleichmässige weisse Beleuchtung werden für die Hintergrundbeleuchtung grosser LCD-Displays traditionell CCFL-Lampen (Kaltlichtkathodenröhren) verwendet. Führende Hersteller gehen jedoch dazu über, diese mit LED zu realisieren. Gegenüber CCFL bieten sie Vorteile in den Bereichen Baugrösse, Wirkungsgrad, Spektralreinheit, mechanische Robustheit und Zuverlässigkeit und sie erübrigen zudem gefährliche Stoffe wie Quecksilber.

In kleinen LCD-Bildschirmen bis etwa 19 Zoll wird die CCFL-Beleuchtung durch im Rahmenrand untergebrachte Dreifarben-LED ersetzt. Normalerweise wird hierbei nur die Lichtquelle geändert, jedoch nicht das Gehäuse, die Lichtführung oder die optischen Filme. Da grössere LCD-Displays ab etwa 20 Zoll mehr Licht benötigen, wird hier eine LED-Matrix hinter dem Schirm angebracht. Die Grösse der Matrix, meist in Einheiten von Hunderten LED, variiert je nach Bildschirmdiagonale. Durch den Einsatz spezieller Brechungsstreulinsen über dem normalen optischen Film wird eine homogene Ausleuchtung erzielt. Mit fortschreitender LED-Technologie und damit höherer Lichtausbeute lässt sich die Anzahl der LED reduzieren. Dies senkt die Material- und damit Gesamtkosten des Systems.

Selbstverständlich gibt es auch hier einige Hindernisse zu überwinden wie die Erzielung einer

trotz Temperaturschwankungen und Alterungsprozessen möglichst hohen Reinheit des LED-Lichtspektrums. Die bisherigen Ergebnisse sind jedoch sehr positiv, weshalb weitere Hersteller die Markteinführung von Geräten mit LED-Hintergrundbeleuchtung planen. In den Entwicklungsabteilungen für grosse TV-Bildschirme wird daran gearbeitet, diese Technologie auch im breiten Massenmarkt einzusetzen.

Einen weiteren Schub dürfte die LED-Hintergrundbeleuchtung durch den Einsatz der seit Kurzem verfügbaren, extrem hellen, weissen LED erhalten. Diese erreichen trotz ihrer kompakten Bauweise Leistungen von 200 W bei einer Versorgung von 4 V. Die High-Dynamic-Range-

Bildarstellung (HDR) ermöglicht Bildschirme mit einer bis zu 10-fach grösseren Helligkeit im Vergleich zu herkömmlichen Geräten. Die Helligkeit der LED wird dabei mit komplexen Bildverarbeitungsalgorithmen gesteuert. Jede einzelne LED der Hintergrundbeleuchtung ist einzeln steuerbar, wodurch sich das Licht an jeder Stelle beliebig dynamisch verändern lässt. Das Bild wird dadurch lebendiger und Kontraste zwischen Hell und Dunkel werden noch deutlicher als bei bisherigen Displays.

Architektur reduziert hohe Ströme

Diese neuen LED benötigen eine Versorgung mit 4 V und 200 W. Frühere Designs nutzten

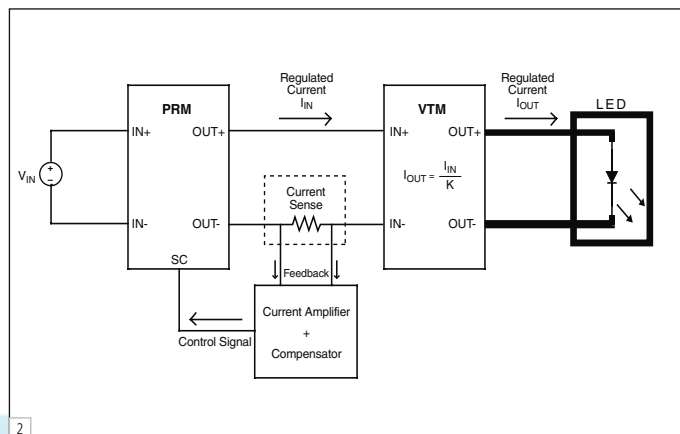


Bild 1: Einsatz eines 48-V-BCM-Moduls für eine weisse LED.

Bild 2: Grundsätzlicher Aufbau einer geregelten Stromquelle.

Bild 3: Prinzipschaltbild des internen Fehlerverstärkers im PRM.

Bild 4: Konstantstromschaltung.

eine 5,5 V/500-A-Stromversorgung. Dadurch musste ein extrem hoher Strom innerhalb des Displays verteilt werden, was trotz dicker Kabel zu Verlusten auf den Leitungen und Steckverbindungen führte.

Der V•I-Chip-BCM-Buswandler umgeht dieses Problem. Auf einer Grundfläche von 7,1 cm² und mit einem Gewicht von 15 g liefert der BCM-Wandler eine galvanisch getrennte und herabgesetzte Spannung für nachgeschaltete niPOL (nicht isolierte Point of Load Converter), in diesem Fall die LED-Treiber-IC. Die schnelle Reaktion auf Laständerungen und die niedrigen Störspannungen ermöglichen eine Reduzierung oder sogar den Verzicht auf Stützkondensatoren, die nicht nur die Lebensdauer des Systems verkürzen, sondern wertvollen Platz auf der Platine einnehmen und die Kosten nach oben treiben.

Diese neue Architektur setzt eine 48-V-Bussspannung ein, was die Ströme bei der Verteilung drastisch reduziert. Direkt an der Last wird diese Spannung auf die benötigte Versorgung von 4 V mit hohen Strömen herabgesetzt. In jedem System kommen 16 BCM-Module zum Einsatz und auf der grossen Hauptplatine sitzen vier Tochterplatinen. Dies bedeutet, dass auf jeder Platine eine Leistung von 4 V und 200 A zur Verfügung steht. Beim früheren System musste die zentrale Stromversorgung bis zu 800 A liefern, was nicht nur zu erheblichen Leitungsverlusten führte, sondern durch die hohen Ströme auch ein Sicherheitsrisiko darstellte. Die in der neuen Architektur zu verteilende Versorgung mit 48 V und Strömen von 20 A lässt sich wesentlich einfacher beherrschen und absichern.

BCM-Wandler erhöht Wirkungsgrad

Mehrere Faktoren sprechen für den BCM-Wandler. Zunächst ermöglicht er eine kleine Bauform und einen Wirkungsgrad grösser 94 Prozent, wodurch Kühlkörper entfallen. Des Weiteren ist die 48-V-Bussspannung eine Sicherheitskleinspannung (SELV) und daher im System problemlos verteilbar. Verschiedene Module der BCM-Familie liefern unterschiedliche Standardspannungen und eignen sich daher optimal für verschiedene Applikationen. Für LED-Hintergrundbeleuchtungen benötigen die Treiber normalerweise eine Versorgungsspannung von 4,1 bis 4,2 V. Da die BCM-Module keine interne Regelung besitzen, wird deren gewünschte Ausgangsspannung über eine variable Eingangsspannung eingestellt.

Weitere Optionen – Konstantstromquelle für LED

Eine weitere Möglichkeit ist die Serienschaltung von LED und eine Versorgung mit Konstantstrom, um exakte Helligkeit und Farbreinheit zu erzielen. Obwohl die PRM-Regler und VTM-Übertrager entwickelt wurden, um eine geregelte Ausgangsspannung zu liefern, lässt sich mit einer einfachen Regelschleife aus ihnen eine extrem präzise Konstantstromquelle mit hohem Wirkungsgrad aufbauen.

Im konventionellen DC/DC-Wandler sind Regelschleife und Spannungsübertragung im Modul kombiniert, womit die Möglichkeiten einer externen Optimierung limitiert sind. PRM und VTM sind jedoch unabhängige Komponenten und diese Separierung erlaubt nicht nur höhere Leistungsdichten und Wirkungsgrade, sondern auch ein flexibleres Design.

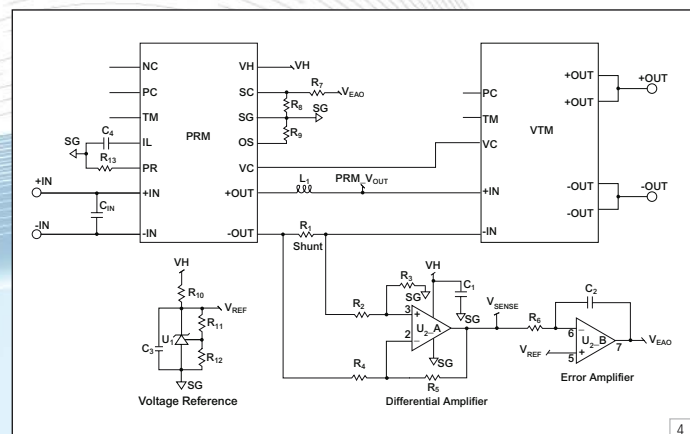
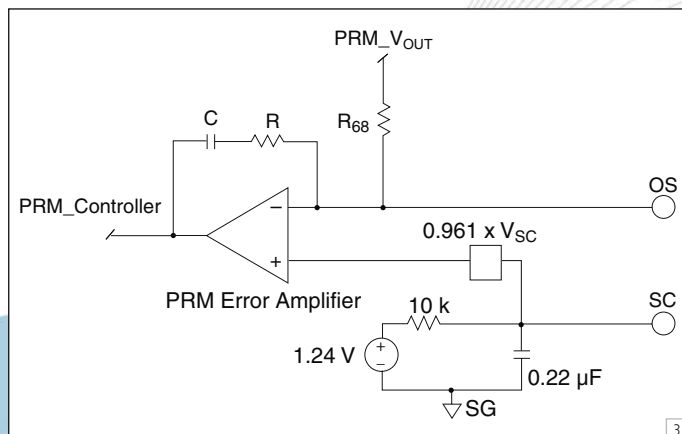
Der Aufbau einer Konstantstromquelle mit diesen Modulen ergibt deutliche Vorteile gegenüber einer konventionellen Lösung. Mit dem VTM kann der Strom direkt an der Last multipliziert werden. Der Ausgangsstrom ist proportional zum Eingangsstrom und wird nach folgender Formel bestimmt:

$$I_{OUT} = \frac{I_{IN}}{K}$$

K ist das Übersetzungsverhältnis des Transformators (K-Faktor) im VTM-Modul.

In einer Applikation mit Stromregelung kann über die Erfassung und Regelung des Eingangsstroms der Ausgangsstrom bestimmt werden. Die Messung des durch die höhere Spannung niedrigeren Stromes am Eingang kann mit einem kleineren Widerstand erfolgen, der weniger Verluste erzeugt und damit den ohnehin schon hohen Wirkungsgrad der V•I-Chips verbessert. Mit deren hohen Leistungsdichte ergibt sich ein extrem kleines, leicht zu kühlendes System mit maximaler Lichtausbeute. Mehr als 1000 Lumen pro 1-W-Verlustleistung werden mit einer V•I-Chip-Lösung erzielt. Der Gesamtaufbau ist in Bild 2 dargestellt.

Die meisten LED können mit der Kombination von einem PRM und einem VTM versorgt werden. Die interne Regelung im PRM sorgt für eine konstante, auf einen eingestellten Wert festgelegte Ausgangsspannung. Die externe Stromregelung wurde auf diesen bestehenden internen Regelkreis abgestimmt und der Strom wird durch die Änderung der Referenzspan-



nung für die Regelung der Ausgangsspannung variiert. Ein einfaches Blockschaltbild dieser Spannungsregelung im PRM zeigt Bild 3. Die interne Referenzspannung ist mit dem SC-Pin (secondary control) über einen 10-k-Widerstand und einen 0,22-µF-Kondensator verbunden, was auch einen Softstart ermöglicht. Mit einem externen Widerstand oder dem Anlegen einer Spannung an diesen Pin kann die Ausgangsspannung eingestellt werden. Die Spannung am SC-Pin wird gepuffert und durch ein Widerstandsnetzwerk um den Faktor 0,961 reduziert. R_{68} bildet das obere Segment des Spannungsteilers für die Ausgangsspannung. Das untere Segment bildet ein extern anzulegender Widerstand (R_{OS}) zwischen dem OS-Pin und SG.

Gleichung 2 zeigt, dass für einen festen Wert von R_{OS} die Ausgangsspannung nur von der am SC-Pin anliegenden Spannung abhängt. Dies bildet die Grundlage für eine zusätzliche externe Stromregelschleife.

$$I_{OUT} = \frac{I_{IN}}{K}$$

V_{SC} = Spannung am SC-Pin

R_{OS} = Widerstand zwischen OS und SG des PRM-Reglers

R_{68} = interner Widerstand

Stromregler

Die empfohlene Schaltung für die Stromregelung ist in Bild 4 gezeigt. Da es sich beim VTM-Übertrager um einen Strommultiplizierer handelt, kann der Ausgangsstrom durch die Regelung des Eingangsstromes eingestellt werden. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass der Strom bereits auf der Eingangsseite des

Strommultiplizierers und damit bei einer höheren Spannung und somit kleineren Strömen gemessen werden kann. Gegenüber einer Messung des Ausgangsstromes sind damit die Verluste im Messwiderstand gemäss der Formel $I^2 \times R$ deutlich reduziert. Ausserdem erfolgt die Messung am Ausgang des PRM und damit auf der Primärseite des Übertrages. Aufwendige Schaltungen für die galvanische Trennung der Signalführung innerhalb des Regelkreises werden damit überflüssig.

Die Schaltung ist mit einem Shunt-Widerstand, einem Differenz- sowie einem Fehlerverstärker aufgebaut. Die Strommessung erfolgt in der Minusleitung durch einen Operationsverstärker in Differenzschaltung. Er misst die Spannung über dem Shunt-Widerstand (R1) und die Verstärkung wird durch R2 und R5 definiert. Für die Erzeugung der Referenzspannung wird eine einstellbare Präzisionsspannungsquelle eingesetzt. Diese ist mit dem nicht invertierenden Eingang des Fehlerverstärkers verbunden, der sie mit dem Signal V_{SENSE} vom Differenzverstärker vergleicht. Der Ausgang des Fehlerverstärkers (VEAO) ist über R_7 und R_8 mit SC verbunden. Hierdurch ist eine genaue Anpassung der Ausgangsspannung des Fehlerverstärkers an die Verhältnisse in der Applikation möglich. Es wird so lange nachgeregelt, bis V_{SENSE} identisch zur Referenzspannung V_{REF} ist. Damit werden der Eingangs- und somit auch der Ausgangsstrom des VTM präzise auf den durch V_{REF} vorgegebenen Wert geregelt. Wie in Bild 5 gezeigt, erzielt der PRM-Regler damit eine Stromgenauigkeit von 99,7 Prozent und am Ausgang des VTM ergibt sich eine Genauigkeit von bis zu 98,7 Prozent.

Ein einzelner PRM-Regler mit einer einfachen externen Schaltung kann als Konstantstrom-

quelle mit Ausgangsspannungen von 26 bis 55 V betrieben werden. Ein VTM übersetzt diese Factorized-Power-Busspannung auf die für verschiedene Farben benötigte LED-Spannung im Bereich von 0,8 bis 55 V (zum Beispiel 6 V für blaue, 14 V für gelbe und 24 V für grüne LED). Die flexible Factorized-Power-Architektur (FPA) ermöglicht es mit demselben Treiber unterschiedliche Übertrager mit verschiedenen Übersetzungsverhältnissen je nach Farbe der LED zu betreiben. Auch kann bei identischer Farbe und Betriebsspannung der LED über die Auswahl des entsprechenden PRM-Moduls die Schaltung an die jeweilige Eingangsspannung angepasst werden. Die FPA-Architektur erlaubt auch eine Aufteilung der Schaltung; das heisst für minimale Verluste bei hohen Lastströmen wird nur das VTM-Modul direkt an der Last platziert. Der PRM-Regler kann sich an einer anderen Stelle befinden, falls nötig sogar auf einer anderen Platine, verbunden über Leitungen oder Stecker.

Zusammenfassung

V•I-Chips ermöglichen eine präzise und extrem kleine Stromversorgung für die LED-Hintergrundbeleuchtung sowie andere Lichtapplikationen und bieten einen hohen Wirkungsgrad. Je nach LED-Konfiguration als einzelne Diode oder Anordnung in einer Kette, ermöglicht ein BCM-Modul oder die Kombination von PRM- und VTM-Modulen die optimale Versorgungslösung. Bild 6 zeigt weitere Beispiele.

Die Applikationsnotiz Nr. 018 «Providing a Constant Current for Powering LED using the PRM and VTM» ist unter www.hy-line.ch/news verfügbar. ■

Hy-Line AG, www.hy-line.ch/vicor

Bild 5: Genauigkeit der Stromregelung (nur PRM mit 48-V-Ausgang).

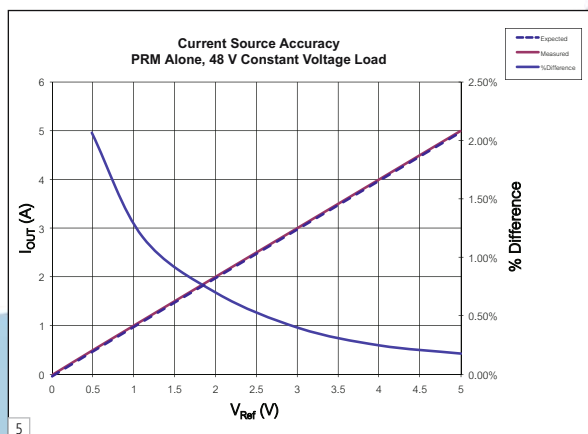


Bild 6: Möglichkeiten einer LED-Versorgung aus 48 V auf der Basis von V•I-Chips.

