

## »PassThru«-Technologie

# Mehr aus dem Energiespeichersystem herausholen

Der PassThru-Modus erhöht den Wirkungsgrad und verbessert die elektromagnetische Verträglichkeit in Aufwärts- oder Buck-Boost-Wandlern, denn in diesem Betriebsmodus wird die Last direkt mit der Stromquelle verbunden.

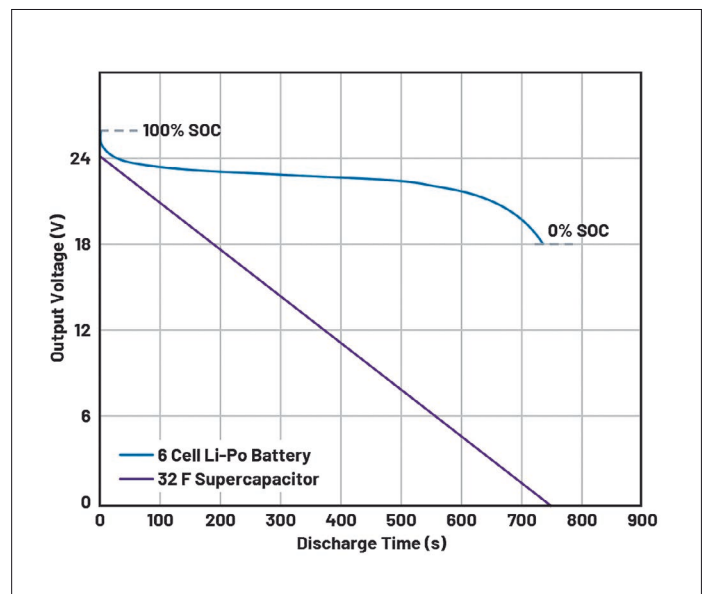


© shutterstock\_1075034975

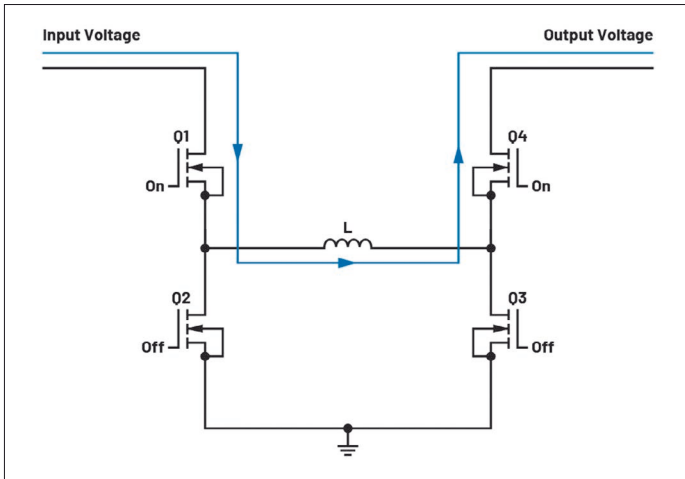
In diesem Artikel werden die Vorteile von Reglern mit PassThru-Technologie im Vergleich zu Reglern ohne diese Technologie erläutert und es wird erklärt, wie der PassThru-Modus die Laufzeit eines Energiespeichersystems und insbesondere die Gesamtbetriebszeit eines Superkondensators verlängern kann.

Die Vorteile einer längeren Batterielaufzeit sind eindeutig: Sie bedeutet eine erweiterte Systemfähigkeit, eine längere Betriebszeit und sinkende Kosten. Das lässt sich typischerweise auf drei Wegen erreichen: mithilfe einer besseren Batterietechnologie, indem bessere Geräte entwickelt werden und mithilfe eines besseren Energiemanagementsystems. Eine bessere Batterietechnologie umfasst beispielsweise die Auswahl der richtigen Batterie für die jeweilige Anwendung

Autoren:  
Bryan Angelo Borres  
Product Applications Engineer  
Anthony Serquiña  
Staff Product Applications  
Engineer  
Analog Devices  
www.analog.com



**Bild 1: Vergleich der typischen Entladeeigenschaften eines 24-V-Superkondensators und einer Li-Po-Batterie bei einer Last von 0,5 A. Alle Bilder © Analog Devices**



**Bild 2: Schaltplan eines Buck-Boost-Wandlers mit PassThru-Modus**

und auch die Entwicklung eines geeigneten Batteriemangement-systems zur Steuerung des Ladevorgangs, zur Temperaturregelung und zur Minimierung der Verluste. Die Entwicklung besserer Geräte beinhaltet die Berücksichtigung effizienter Hardware-Komponenten und robuster Firmware, denn beide sind notwendig, um ein optimales Gleichgewicht zwischen Funktionalität und Langlebigkeit zu erreichen. Um den Energieverbrauch intelligent zu optimieren, können neueste Power-Management-Systeme mit KI-basierten Algorithmen, neuere Topologien und effiziente Regelungsmethoden für Wandler - wie PassThru-Modus und Energiesparmodus - genutzt werden.

## Superkondensatoren verstehen

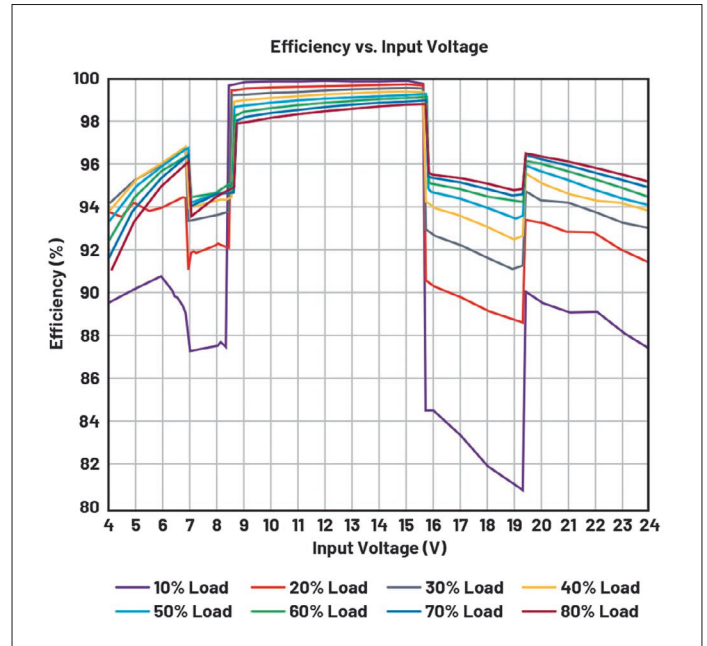
Der Einsatz eines zusätzlichen Energiespeichers, wie ein Superkondensator, neben Batterien kann in vielen Anwendungsfällen von Vorteil sein. Zum Beispiel ist mit Superkondensatoren ein schnelles Auf- und Entladen für kurze Stromstöße möglich, darüber hinaus wird auch die Batterielaufzeit verlängert und insgesamt eine höhere Systemeffizienz erreicht. Superkondensatoren eignen sich zum Beispiel hervorragend für die schnelle Speicherung

von Energie und um Reservestrom zur Verfügung zu stellen. Sie können extremen Temperaturen und Bedingungen standhalten. In Kombination mit Batterien, wie z. B. in Elektroautos, tragen Superkondensatoren zu einer besseren Leistung und einer längeren Batterielaufzeit bei. Darüber hinaus sind Superkondensatoren besser für die Umwelt.

Bild 1 zeigt, inwieweit sich ein Superkondensator von einer Batterie unterscheidet. Bei gleicher Nennspannung weist der 6-zellige 0,1-Ah-Li-Po-Akku die Charakteristik einer Spannungsquelle auf, da der Akku während seines gesamten Betriebs eine stabilere Spannung liefert. Im Gegensatz dazu fällt die Spannung bei einem Superkondensator linear ab, wenn Strom von einer 2-Farad-Variante zur Last fließt. Diese lineare Entladungscharakteristik von Superkondensatoren erfordert effizientere Systeme zur Umwandlung ihrer Energie. Hier kommt ein Abwärtswandler am besten zur Geltung, da er die Ausgangsspannung sauber regeln kann, unabhängig davon, ob die Eingangsspannung unter oder über der eingestellten Ausgangsspannung liegt.

## PassThru-Technologie

Was ist unter dem »PassThru«-Modus zu verstehen? Die PassThru-



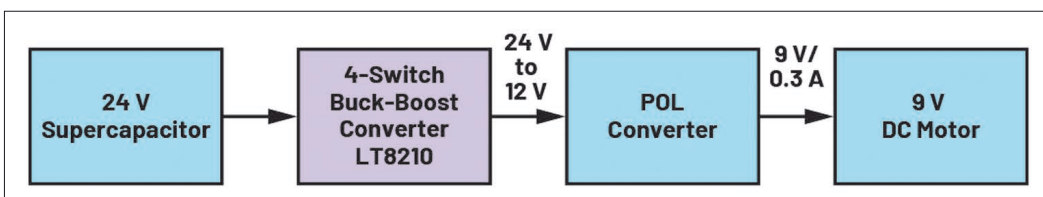
**Bild 3: Wirkungsgradprofil des DC2814A-A**

Technologie stellt ein wichtiges Merkmal für Bausteine mit einem großen Eingangsspannungsbereich dar. Im Vergleich zu herkömmlichen Regelungsansätzen, spricht Standard-Buck-Boost-Controller, verbessert sich damit der Wirkungsgrad und die Laufzeit von Energiespeichersystemen wird verlängert. »Passthrough« bedeutet, dass die Eingangsspannung, sofern sie in einem vordefinierten Spannungsfenster liegt, direkt an den Ausgang weitergeleitet wird, quasi wie bei einem Kurzschluss. Die PassThru-Technologie fungiert als Netzwerk zwischen der Stromquelle, z. B. einem Superkondensator, und der Last und gewährleistet eine Spannungsregelung in einem spezifizierten, akzeptablen Bereich. Sie stellt sicher, dass der Wandler so effizient wie möglich arbeitet, indem er einen direkten Weg von der Stromquelle zur Last bietet. Der PassThru-Modus ist ein wichtiger Faktor, um den optimalen Wirkungsgrad in jedem mit Superkondensatoren betriebenen Gerät zu gewährleisten, da er die Lade-/Entladezyklen des Superkonden-

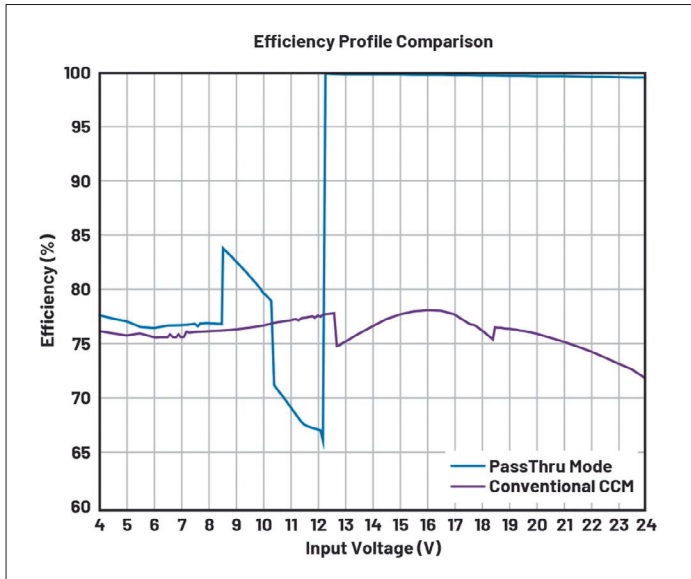
sators reduziert, und die EMI sowie die Gesamtleistung des Geräts verbessert.

## Längere Lebensdauer

Wie verlängert der PassThru-Modus die Lebensdauer eines Energiespeichersystems? Der PassThru-Modus in einem Buck-Boost-Wandler mit vier Schaltern bietet einen direkten Pfad von der Stromquelle zur Ausgangslast, sobald die Spannung in dem, im PassThru-Fenster festgelegten Bereich liegt (Bild 2). Genau dann wird der Eingang direkt an den Ausgang weitergeleitet. Damit verbessert sich der Wirkungsgrad im festgelegten PassThru-Fenster, denn in diesem Modus wird nichts geschaltet, es treten also keine Schaltverluste auf und auch die elektromagnetische Verträglichkeit verbessert sich. Der PassThru-Modus in einem Abwärts-/Aufwärts-wandler erhöht darüber hinaus die Flexibilität, da damit die Möglichkeit besteht, für die Abwärtsausgangsspannung einen anderen Wert als für die Aufwärtsausgangsspannung einzustellen. Im Gegensatz dazu hat ein typischer Abwärts-/Aufwärts-wandler nur eine Nennausgangsspannung. Diese Eigenschaft schützt auch die Last, wenn sich die Eingangsspannung »abnormal« verhält (weitere Informationen dazu in dem Artikel »Protecting and Powering Automotive Electronics Systems with No Switching Noise and 99,9%



**Bild 4: Blockschaubild eines Motors, der über einen Superkondensator versorgt wird**



**Bild 5: Vergleich des Wirkungsgrads eines PassThru-fähigen Systems mit dem eines herkömmlichen CCM-gesteuerten Abwärtswandlers**

Efficiency»). Der LT8210 verfügt über den PassThru-Modus und ist damit der einzige Abwärts/Aufwärtsregler am Markt, der über diese Fähigkeit verfügt (weitere Einzelheiten zu den Fähigkeiten des PassThru-Modus sind in »4-Switch Buck-Boost Controller with PassThru Capability Eliminates Switching Noise« zu finden).

## Der Wirkungsgrad erhöht sich um mindestens 5 Prozent

Bild 3 zeigt das Wirkungsgradprofil des DC2814A-A-Demoboard mit dem LT8210 und zwar im Bereich der Eingangsspannung von 4 bis 24 V und einer Last, die im Bereich von 10 bis 80 Prozent variiert. Mit dem LT8210 arbeitet dieses Demo-Board mit einer Eingangsspannung von 4 bis 40 V, mit einem Volllaststrom von bis zu 3 A und einer Ausgangsspannung von 8 bis 16 V. Im PassThru-Modus erhöht sich der Wirkungsgrad bei höherer Last um bis zu 5 Prozent, bei geringerer Last und um bis zu 17 Prozent, z. B. bei einer Last von 10 Prozent, bezogen auf den Buck-Boost-Betrieb. Das heißt: Bei geringer Last führt der PassThru-Modus ganz klar zu einer deutlichen Verbesserung des Wirkungsgrads.

Dabei ist noch anzumerken: Der PassThru-Modus des LT8210 erlaubt zwar die Einstellung von unterschiedlichen Boost- und Buck-Ausgangsspannungen, aber in dem Moment, in dem die Eingangsspannung nahe

der eingestellten Ausgangsspannung liegt, stellt sich der Buck-Boost-Bereich ein. Dieser Buck-Boost-Bereich ist auf die Überschneidung der Buck- und Boost-Regelungsbereiche in Bezug auf eine Stromregelung mit einer Spule zurückzuführen.

Um die Auswirkungen des PassThru-Modus zu verstehen, betrachten wir das System in Bild 4. Der Buck-Boost-Wandler mit vier Schaltern wird als Vorregler für einen PoL-Wandler (PoL: Point-of-Load) eingesetzt, der als Motortreiber fungiert. Die Stromquelle ist ein 24-V-Superkondensator, der Gleichstrommotor benötigt laut Spezifikation Eingangswerte von 9 V und 0,3 A. Der Abwärts-/Aufwärts-wandler nutzt entweder den PassThru-Modus oder die herkömmliche 4-Schalter-Abwärts/Aufwärtsregelung im kontinuierlichen Betrieb (CCM). Allerdings ist auch zu beachten, dass die herkömmliche Abwärts/Aufwärts-Regelung mit keinem PassThru-Modus nur über den Abwärts-, Aufwärts- und Buck-Boost-Modus verfügt (Bild 3).

Bei dem System, das den PassThru-Modus nutzt, ist die Ausgangsspannung im Boost-Modus auf 12 V und im Buck-Mode auf 27 V eingestellt. Damit ist es möglich, dass die Startspannung des Superkondensators innerhalb der Grenzen des Durchgangsbereichs liegt. Das System arbeitet also im PassThru-Modus, wenn die Span-

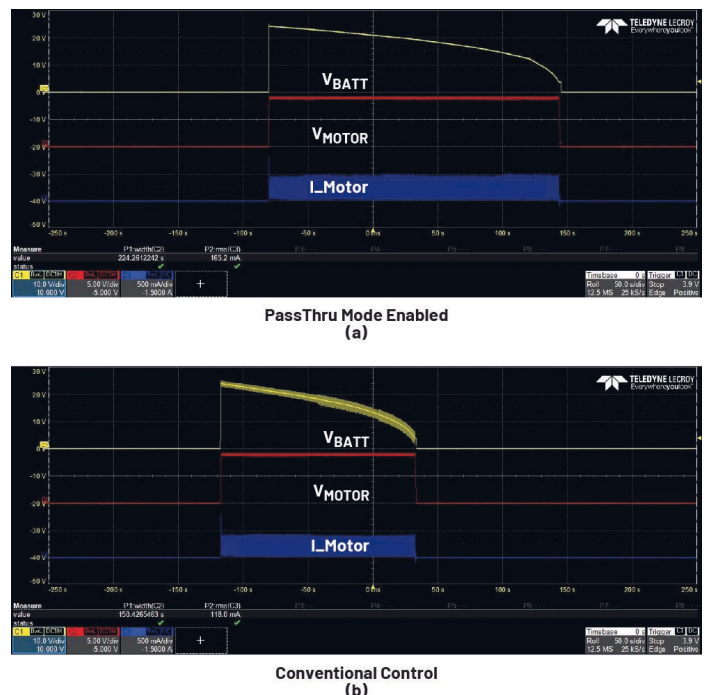
nung zwischen den Werten des Superkondensators von 24 bis 12 V liegt. Während dieser Zeit liegt der Wirkungsgrad bei 99,9 Prozent. Es ist zu beachten, dass der Wandler im Abwärts/Aufwärts-Modus arbeitet, was zu einem Einbruch des Wirkungsgrads führt, bevor er in den Aufwärts-Modus übergeht. Allerdings ist auch festzuhalten, dass das System, das im konventionellen Abwärts/Aufwärts-Modus betrieben wurde, so eingestellt war, dass es mit einer konstanten Ausgangsspannung von 16 V gelaufen ist, um die Ausgangsspannung in der Mitte des Durchlassbereichs einzustellen.

Bild 5 zeigt einen Vergleich des Wirkungsgrades der beiden Buck-Boost-Wandler, wenn bei beiden die Eingangsspannung von 4 auf 24 V bei 2,7 W steigt. Der PassThru-Modus erhöht den Wirkungsgrad zwischen 22 und 27 Prozent im Vergleich zum konventionell geregelten System. Um den Unterschied zwischen den beiden Systemen weiter zu validieren, wurden sie mit der Batterie-Emulator-Funktion des IT6010C-80-300 von ITECH getestet. Folgende Einstellungen wurden verwendet, um das Verhalten des Superkondensators mit einer Laufzeit von mindestens 120 Sekunden zu emulieren: Startspannung von 24 V, Endspan-

nung von 0 V, elektrische Ladung von 0,005 Ah und Innenwiderstand von 0,01 mΩ. Bild 6 zeigt die Signalverläufe der beiden Systeme. Kanal 1 bezieht sich auf die Emulatorspannung der Batterie, Kanal 2 zeigt die Motorspannung und Kanal 3 den Motorstrom. Das System mit PassThru-Technologie arbeitete 224 Sekunden lang, während das konventionell geregelte System nur 150 Sekunden lang arbeitete. Somit wurde für das System im PassThru-Modus eine um 49 Prozent längere Betriebszeit festgestellt.

## Zusammenfassung

Die PassThru-Technologie ist eine wichtige Komponente für eine optimale Leistung in jedem Gerät, in dem Superkondensatoren verwendet werden. Der Einsatz des synchronen Abwärtsregler LT8210 mit PassThru-Modus kann den Wirkungsgrad eines solchen Geräts im Vergleich zu einem konventionell (mit CCM betriebenen Abwärtsregler) geregelten System erheblich verbessern. In unserem Beispiel ermöglichte der PassThru-Modus einen um 27 Prozent höheren Wirkungsgrad und erhöhte die Gesamtbetriebszeit des Systems, wodurch sich die Betriebszeit des Energiespeichersystems um 49 Prozent verlängerte. ◀



**Bild 6: Gesamtbetriebszeit des Motors, der mit einem Superkondensatoren versorgt wird**