



© BoJack | Shutterstock

POWERMANAGEMENT-IC MIT NIEDRIGEM RUHESTROM

Design-Herausforderungen erfüllen

Die Stromversorgung für Infotainment-Systeme, Instrumentencluster und Head-Up-Displays stellt viele widersprüchliche Herausforderungen an das Design. Die Lösung: Ein hocheffizienter Schaltregler mit niedrigem Ruhestrom, der eine niedrige Ausgangsspannung direkt von der Fahrzeugbatterie erzeugen kann und gleichzeitig eine geringe EMV aufweist.

Der Kraftstoffverbrauch und das Energiemanagement moderner Fahrzeuge werden effizienter – gleichzeitig steigt jedoch der Stromverbrauch aufgrund der immer höheren Anforderungen im Bereich der Elektronik. Diese werden gestellt durch die zahlreichen Komfort-, Telematik- und Infotainment-Funktionen im Fahrzeug, die dem Fahrer Informationen über das Instrumentencluster oder Head-up-Displays zur Verfügung stellen und die über Touchscreens und Bedien-

elemente in der Mittelkonsole gesteuert werden. Die Industrie ist von der Herausforderung getrieben, durch Nutzung der Fahrzeugbatterie als Spannungsquelle, mehrere Stromversorgungen für diese Systeme bereitzustellen. Darüber hinaus spielen auch die Herausforderungen bei der Erfüllung des erforderlichen Ausgangsspannungsbereichs des Reglers unter Beibehaltung eines niedrigen Ruhestroms (IQ) und einer geringen elektromagnetischen Störausstrahlung (EMV) eine Rolle. Ein neuer Powerma-

nagement-IC (PMIC) für Automotive-Anwendungen macht Schluss mit den Kompromissen, die mit alternativen Lösungen zur Erfüllung dieser Herausforderungen verbunden sind.

Leistungsanforderungen im Fahrzeug

Um die Wärmeabgabe zu begrenzen, erfordern Anwendungen im Automobil effiziente DC-DC-Wandler, die die strengen Ruhestromanforderungen der Her-

steller erfüllen. Diese Wandler müssen mit einer niedrigen Batterie-Eingangsspannung arbeiten, um Kaltstart- und Start-Stopp-Ereignisse zu unterstützen. Ein gängiger Ansatz zur Bewältigung des Kaltstarts ist der Einsatz mehrerer PMICs (und anderer Komponenten), um die Batteriespannung mit zweistufigen Abwärtsreglern zu reduzieren. Das erfordert ein komplexes Design und Layout der Schaltung – was diese auch vergrößert. Außerdem ist dieser Ansatz anfälliger für Störausstrahlungen, was die Einhaltung von EMV-Standards wie CISPR Klasse 5 erschwert. Ein weiteres Problem ergibt sich, wenn Lasten plötzlich von der Fahrzeugbatterie getrennt werden (Load-Dump-Ereignis). Dadurch steigt die Versorgungsspannung plötzlich an und kann potenziell destruktive transiente Überspannungen von bis zu 40V erzeugen.

Lösung: integrierter PMIC

Anstelle eines zweistufigen Abwärtsreglers ist es einfacher, einen integrierten PMIC wie den MAX20057 von Analog Devices einzusetzen (Bild 1). Er bietet zahlreiche Vorteile im Vergleich zu anderen Automotive-PMICs.

Dieser hochintegrierte PMIC mit drei Ausgängen enthält zwei synchrone

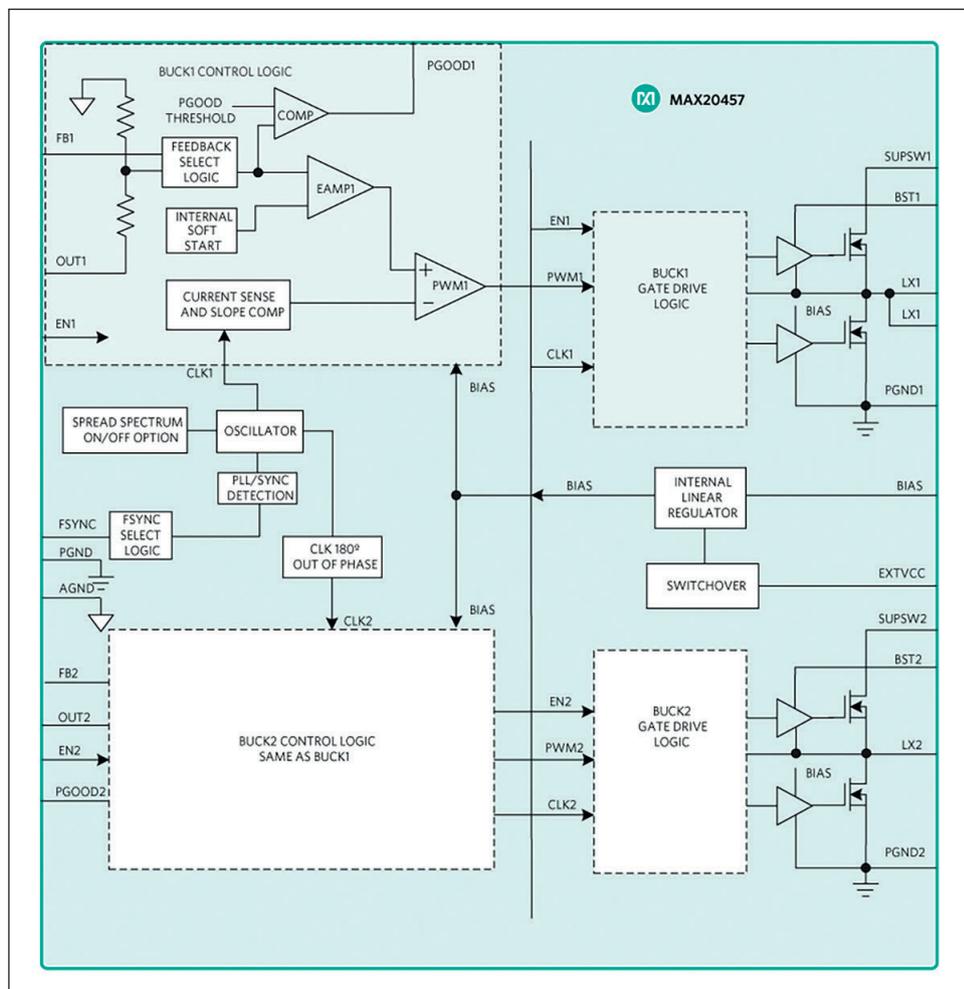


Bild 1: Der 36-V-Boost-Regler MAX20057 von Analog Devices mit zwei synchronen A/2A-Buck-Convertern ist ideal für Automotive-Anwendungen. © Analog Devices

INFO

Effiziente Powermanagement-ICs

Für die Stromversorgung im Automobilbereich bietet Analog Devices eine Reihe neuer Powermanagement-ICs an, die die strengen Spezifikationen der Hersteller hinsichtlich Stromverbrauch und Modulleistung erfüllen. Die PMICs MAX20057, MAX20457 und MAX20458 sind mit jeweils zwei synchronen Buck-Wandlern mit einem asynchronen Boost-Controller ausgestattet. Sie arbeiten mit einer Eingangsspannung von 3,5 bis 36V und einem Betriebsstrombedarf von 8 μ A, 10 μ A oder 30 μ A (MAX20057). Damit eignen sich die PMICs für Kaltstart-Designs. Gleichzeitig überzeugen die PMICs mit niedriger Störausstrahlung dank integrierter Spread-Spectrum-Funktion. Aufgrund des hohen Integrationsgrades benötigen der MAX20057, MAX20457 und MAX20458 gegenüber vergleichbaren Lösungen mit externen FETs halb so viele externe Komponenten, was die Schaltungsgröße halbiert und die Materialkosten senkt. Die drei Bausteine sind Pin-kompatibel – das erleichtert die Wiederverwendung und die Optimierung für verschiedene Anwendungen, die einen Pre-Boost oder einen zweiten Buck-Wandler erfordern oder auch nicht. Für alle PMICs sind Evaluierungskits verfügbar. Mögliche Anwendungen der Powermanagement-ICs von Analog Devices sind Telematik-Systeme wie der Notruf, der bei Ausfall der Hauptstromversorgung über eine Backup-Batterie funktionsfähig gehalten wird, oder Kombiinstrumente und Head-Unit-Applikationen, in denen es den Herstellern vor allem um eine Optimierung der Stückliste geht.

Buck-Wandler (3,5A und 2A) mit einem asynchronen Boost-Controller. Er versorgt die Buck-Wandler mit einer einstellbaren Spannung (typischerweise 10V) und hält sie im Kaltstartbetrieb auch dann in der Regelung, wenn die Batteriespannung am Eingang bis auf 2V abfällt. Die Buck-Wandler haben einen Eingangsspannungsbereich von 3,5 bis 36V mit einem niedrigen Betriebsstrombedarf von 10 μ A ($V_{OUT} = 5V$) und 8 μ A ($V_{OUT} = 3,3V$). Damit eignen sie sich ideal für die Spannungsregelung, wenn ein Fahrzeug für längere Zeit nicht in Betrieb ist.

EMV-Abschwächung

Um kritischen EMV-Zuständen zu begegnen, verfügt der über eine vom Anwender auswählbare Spread-Spectrum-Funktion. Sie ermöglicht eine deutliche Reduzierung der EMV-Spitzenwerte, indem sie die Störenergie über ein breiteres Frequenzband verteilt und gleichzei-

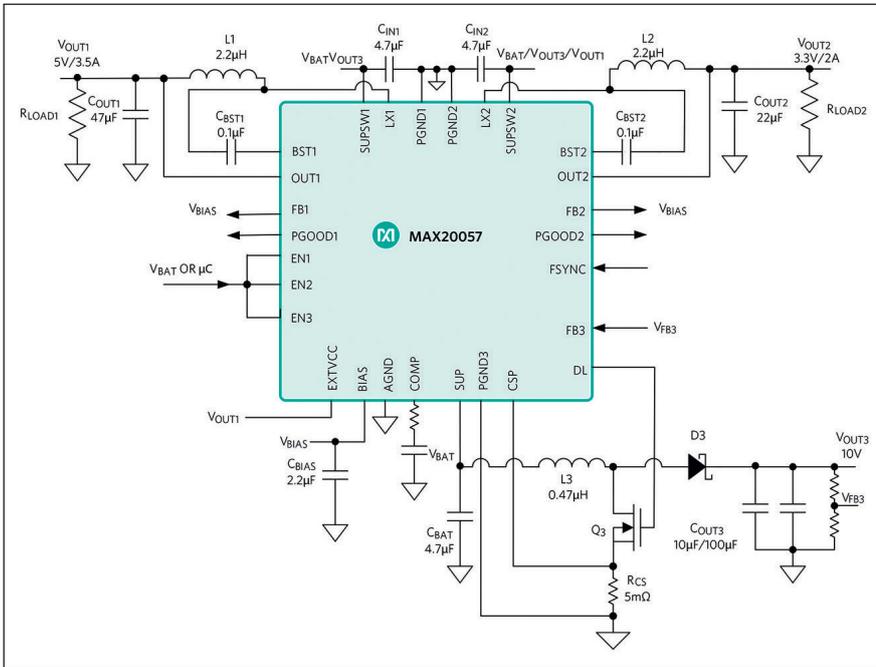


Bild 2: Das PMIC lässt sich zur Versorgung mit niedrigen Spannungen einsetzen, ohne dass die Schaltfrequenz reduziert werden muss. © Analog Devices

deren Größe verringert. Die Schaltfrequenz des Reglers ist entweder auf 400 kHz oder 2,1 MHz festgelegt. Die hohe Schaltfrequenz bietet mehrere Vorteile, wie den Bedarf an kleineren externen Bauteilen und die Verringerung der Ausgangsspannungswelligkeit. Gleichzeitig wird garantiert, dass keine AM-Band-Störungen auftreten. Der PMIC kann so programmiert werden, dass er in einem von drei Modi arbeitet, um die Leistung je nach Bedarf zu optimieren: erzwungener Festfrequenzbetrieb, Skip-Modus mit extrem niedrigem Ruhestrom und phasenstarre Synchronisation zu einem externen Takt.

Höheres Spannungswandlungsverhältnis

Einige Automotive-PMICs enthalten zwar Buck-Regler, die niedrige Ausgangsspannungen aus einem relativ breiten Eingangsbereich liefern. Allerdings tun sie das, indem sie mit einer niedrigen Schaltfrequenz arbeiten. Der Grund hierfür ist, dass das minimale Spannungswandlungsverhältnis (V_{OUT}/V_{IN}) durch die minimale steuerbare „Einschaltzeit“ des Reglers (typischerweise 60 bis 120 ns) begrenzt ist. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb mit Festfrequenz-Pulsweitenmodulation (PWM) und einen optimalen Wirkungsgrad müssen Buck-Regler unter normalen

Betriebsbedingungen im Continuous Conduction Mode (CCM) arbeiten. Im CCM wird das minimale Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsspannung durch die folgende Formel bestimmt:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} > t_{ON(MIN)} \times f_{SW}$$

Bei einem typischen Buck-Regler mit einer minimalen „Einschaltzeit“ von 120 ns und einer Eingangsspannung von 12 V bedeutet das, dass die Ausgangsspannung nicht niedriger als 3 V sein kann, wenn der CCM bei 2,1 MHz beibehalten wird. Realistisch betrachtet könnte die Ausgangsspannung unter Berücksichtigung der Design-Spielräume in einigen Fällen bis zu 5 V betragen. Das Erreichen niedrigerer Ausgangsspannungen erfordert das Überspringen von Impulsen, also eine Verringerung des effektiven Arbeitstakts. Das hat jedoch eine Erhöhung der unerwünschten EMV zur Folge. Um eine konstante Schaltrate aufrechtzuerhalten, muss die Schaltfrequenz reduziert werden, aber auch das wirkt sich negativ auf die EMV-Performance aus.

Der PMIC von Analog Devices hat in dieser Hinsicht einen großen Vorteil gegenüber anderen Automotive-Reglern. Mit einer typischen minimalen „Einschaltzeit“ von 20 ns können seine integrierten Buck-Regler theoretisch eine

Ausgangsspannung von 0,5 V erreichen (für einen 12-V-Batterieeingang mit 2,1 MHz Schaltfrequenz). Dieser Wert liegt unterhalb der minimalen spezifizierten geregelten Ausgangsspannung von 1 V. Das bedeutet, dass der PMIC zur Versorgung mit niedrigen Spannungen zum Einsatz kommen kann, ohne dass die Schaltfrequenz reduziert werden muss. Das ermöglicht die Beibehaltung einer hervorragenden EMV-Performance bei niedrigen Ausgangsspannungswerten.

Weitere Varianten dieses Bausteins sind der MAX20457 mit zwei 3,5/2,5-A-Buck-Wandlern (ohne Boost-Controller, Bild 2) und der MAX20458 mit einem einzelnen 3,5-A-Buck-Wandler und Boost-Controller. Alle Versionen sind Pin-kompatibel, das heißt ein Design auf einer Platine kann in verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden. Sie sind spezifiziert für den im Automobil üblichen Betriebstemperaturbereich von -40 bis +125 °C.

Schlussfolgerungen

Die Anforderungen an die Stromversorgung steigen mit der zunehmenden Integration von energiehungrigen Infotainment-, Telematik- und Head-Unit-Systemen in der Fahrerkonsole und den Bedienelementen in der Mittelkonsole eines Fahrzeugs. Einige Lösungen gehen deshalb Kompromisse hinsichtlich des Ausgangsspannungsbereichs oder der EMV-Performance ein. Nicht so ein PMIC mit niedriger Einschaltzeit, der von Analog Devices speziell für Automobilanwendungen entwickelt wurde: Er ist geeignet für den Einsatz in allen Fahrzeugtypen, einschließlich solcher mit Start-Stopp-Technologie. ■ (eck)

www.analog.com



Starry Tsai ist Executive Business Manager der Automotive Business Unit bei Maxim Integrated, jetzt Teil von Analog Devices. Er hat einen BSEE- und einen MBA-Abschluss.

© Analog Devices