

all-electronics.de

elektronik industrie

Was Entwickler wissen müssen

POWER

SiC-MOSFETs der dritten Generation in Stromversorgungs-Designs 22

AKTIVE BAUELEMENTE

Chipllets bieten ein immenses Potenzial – auch in Industrieanwendungen 40

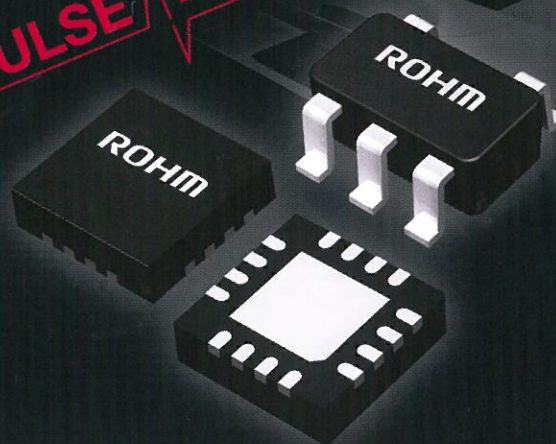
EMBEDDED + DISPLAYS

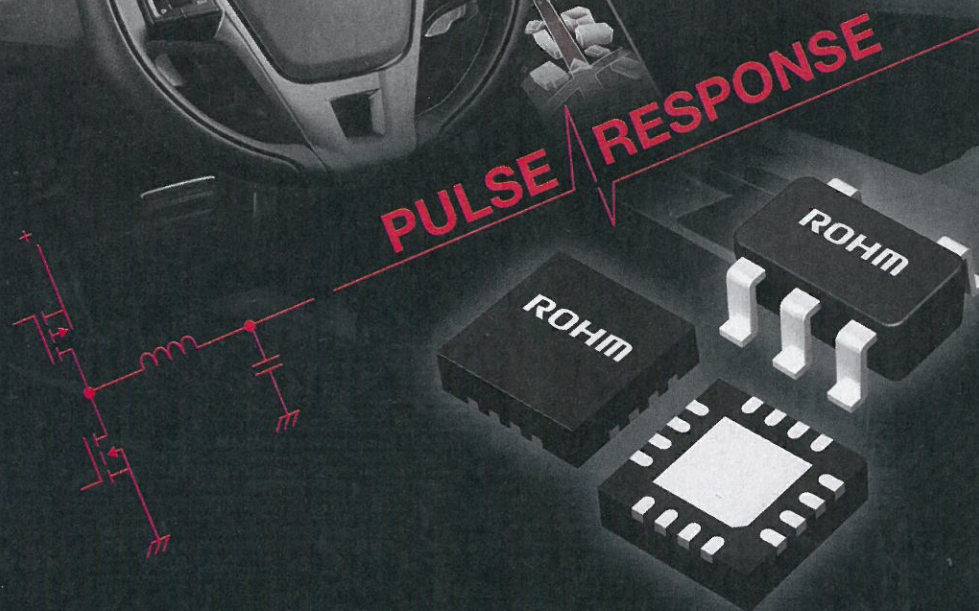
Standardisierte kompakte Computing-Boards: von Qseven bis OSM 54

STROMVERSORGUNG MIT NANO CAP UND QUICUR

Nachhaltige und flexible Designs 12

PULSE RESPONSE





Nano Cap und QuiCur

Stromversorgungsschaltungen mit nachhaltigem Design

Die ROHM-Technologien Nano Cap und QuiCur erhöhen die Designflexibilität bei der Entwicklung von Stromversorgungsschaltungen. Sie reduzieren außerdem durch einen stabilen Betrieb mit weniger externen Komponenten die notwendigen Ressourcen für die Schaltungen.

Autor: Michael Maurer

Besonders im Automobilbereich hat die starke Elektrifizierung zu einem steigenden Bedarf an elektronischen Komponenten und Design-Ressourcen geführt. Unter anderem ist die Anzahl der notwendigen Kondensatoren zur Stabilisierung der Versorgungsspannungen deutlich gestiegen. Aufgrund der angespannten Weltmarktsituation – auch in Bezug auf passive Bauelemente – erhöht sich aber ebenfalls die Nachfrage nach Stromversorgungen, die auf Ausgangskondensatoren möglichst verzichteten oder nur sehr kleine Kapazitätswerte erfor-

dern. Infolgedessen muss die Anzahl der Kondensatoren, die für unterschiedlichste Zwecke zum Einsatz kommen, verringert werden. Um den Design-Aufwand für Stromversorgungsschaltungen bei sich ändernden Spezifikationen zu reduzieren, sind hochwertige Stromversorgungs-ICs gefragt, die ein sehr gutes Ansprechverhalten und einen stabilen Betrieb sicherstellen.

Zur Gewährleistung einer stabilen Stromversorgung überwacht ein Stromversorgungs-IC ständig die Ausgangsspannung und gleicht diese mittels Feh-

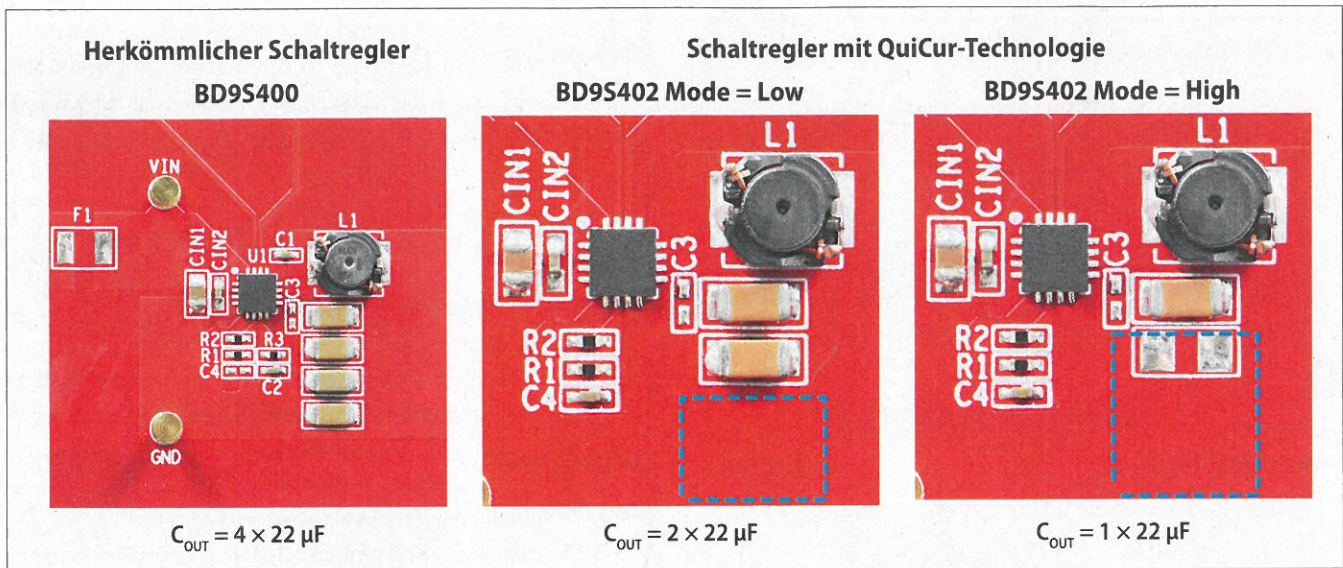


Bild: ROHM

lervverstärkerschaltung mit einer internen Referenzspannung ab. Durch kürzere Reaktionszeiten lassen sich Änderungen der Ausgangsspannung, die durch Schwankungen der Eingangsspannung und/oder des Laststroms verursacht werden, schneller rückgängig machen. Andererseits führt eine zu starke Verkürzung der Ansprechzeit dazu, dass die Schaltung instabil wird und die Ausgangsspannung oszilliert. Da die Ausgangskapazität auch die Ansprechgeschwindigkeit beeinflusst, war es bisher schwierig, das gewünschte Ansprechverhalten zu erreichen.

Was bewirkt QuiCur genau?

Mit QuiCur (Quick Current) hat ROHM eine neue Stromversorgungstechnologie entwickelt, die bei DC/DC-Wandler-ICs (Schaltregler) und LDOs (Linearregler) die Ausgangsspannungen bei Transienten (Lastwechsel) in Bezug auf Reaktionsgeschwindigkeit und Stabilität verbessert.

Durch Integration der QuiCur-Technologie lässt sich eine optimierte Spannungsversorgung erzielen, ohne dass der Fehlerverstärker und damit die gesamte Schaltung instabil werden. Ausgangskondensatoren mit verkleinerter Kapazität reduzierten nicht nur die Anzahl der externen Bauteile und die notwendige Montagefläche, sondern ermöglichen auch eine Anpassung der Kapazität und der AC-Spannung (negative konstante proportionale Beziehung). Dadurch wird selbst dann ein stabiler Betrieb gewährleistet, wenn sich die Kapazität aufgrund von Spezifikationsänderungen, z. B. durch Alterung oder Biasing, erhöht. Dies verringert erheblich die Ressourcen für das Design von Stromversorgungsschaltungen, da ein stabiler Betrieb mit weniger externen Komponenten möglich ist (Bild 1).

Für ein optimales Transienten-Verhalten muss bei herkömmlichen Schaltreglern ein Kompromiss aus Verstärkungsfaktor und Grenzfrequenz für ein stabiles Verhalten gefunden werden. Dabei spielt die

Kombination aus dem Übertragungsverhalten der Leistungsstufe und des Fehlerverstärkers eine wichtige Rolle. Hier ist zunächst das Blockschaltbild und die Übertragungsfunktion des Fehlerverstärkers eines konventioneller Schaltreglers zu betrachten (Bild 2).

Mit der neuen Architektur des Fehlerverstärkers, der Auftrennung in zwei separate Pfade, ergibt sich die Kontrollspannung DVC, mit der sich die Übertragungsfunktion der neuen Fehlerverstärker-Architektur berechnen lässt. Hier stehen nun zwei voneinander unabhängige Pfade zur Verfügung, bei denen jeweils die Verstärkung g_m und die Filtereigenschaften unabhängig voneinander einstellbar sind (Bild 3).

Das Transienten-Verhalten des Schaltreglers ist das Produkt der Übertragungsfunktion des Fehlerverstärkers und der Leistungsstufe, die sich in Abhängigkeit des Innenwiderstands, der Last und Ausgangskapazität berechnen lässt. Die Formeln zur beschriebenen Berechnung sind im Kasten dargestellt.

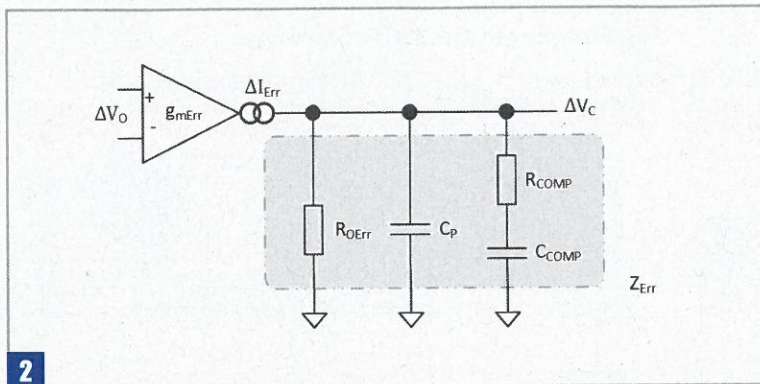
Kombination mit Nano-Cap-Regelungstechnologie

Im Jahr 2020 hat ROHM die Nano-Cap-Technologie für LDO-Spannungsregler-ICs entwickelt. Diese Technologie nutzt gegenüber herkömmlichen LDOs auch Strominformationen zur präzisen Regelung der Ausgangsspannung. Die Kombination dieser Technologie zusammen mit der QuiCur erlaubt es nun,

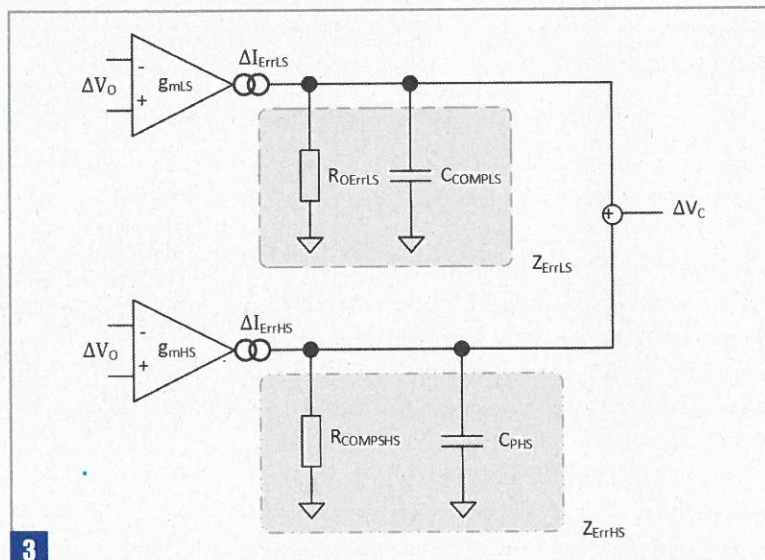
Bild 1: Platzbedarf vergleichbarer Spannungsregler. Mit der QuiCur-Technologie lässt sich die Anzahl der Kondensatoren reduzieren.

Eck-DATEN

Nano-Cap und QuiCur sind zwei Technologien, die die Designflexibilität bei der Entwicklung von nachhaltigen Stromversorgungsschaltungen erhöhen und einen stabilen Betrieb gewährleisten. Ausgangskondensatoren mit geringerer Kapazität reduzieren nicht nur die Anzahl der externen Bauteile und die Montagefläche, sondern ermöglichen in Summe auch eine deutliche Kostenreduzierung bei Beschaffung, Lagerhaltung, Design-in, Assembly und Test.



2



3

Bild 2: Blockschaltbild des Fehlerverstärkers eines konventionellen Schaltreglers.

Bild 3: Blockschaltbild eines Fehlerverstärkers mit QuiCur-Technologie. Hier erfolgt eine Auftrennung in zwei separate Pfade.

den Wert des Ausgangskondensators deutlich zu reduzieren – und das bei signifikant verbessertem Transienten-Verhalten. Die Ausgangskapazität lässt sich so auf weniger als ein Zehntel der herkömmlichen Lösungen reduzieren. Im Idealfall ist es sogar möglich, den Ausgangskondensator gänzlich wegzulassen und anstelle dessen den Eingangskondensator der Last (typischerweise ein 100-nF-Kondensator) zur Stabilisierung der Spannung zu nutzen.

Ein Vergleich eines Nano-Cap-LDOs mit einem herkömmlichen LDO bei wechselnden Lasten in Abhängigkeit der Ausgangskapazität ist in Bild 4 zu sehen. Die Über- und Unterschwinger der Ausgangsspannungen beim Nano-Cap-LDO sind deutlich geringer als bei einem herkömmlichen LDO. Im Falle von 1 μ F Ausgangskapazität ist ein Faktor von 5,2 bzw. 7,4 bei identischen Lastsprüngen erkennbar. Ersetzt man nun den Ausgangskondensator durch einen 100-nF-Typen, so bleibt der Unterschwinger beim Nano-Cap-LDO auf demselben Wert und der Überschwinger erhöht sich auf 180 mV. Bei einem herkömmlichen LDO erhöhen sich Über- und Unterschwinger signifikant auf Faktoren von 7,4 und 4,3 im Vergleich zu ROHMs neuer Technologie bei gleicher Ausgangskapazität. Diese Über- bzw. Unterschwinger sind meist außerhalb des erlaubten Spannungsbereichs der Last und zeigen häufig während

des Regelvorgangs Schwingungen, die nicht akzeptabel sind. Nano Cap zusammen mit QuiCur hindert auch bei kleinen Ausgangskapazitäten das Schwingen, reduziert die Über- und Unterschwinger und trägt zu einer weiteren Schonung der Ressourcen, zur Reduzierung des Leiterplattenbedarfs, der Vereinfachung der Designs und zur Kostenreduzierung bei.

Automotive-DC/DC-Wandler-IC

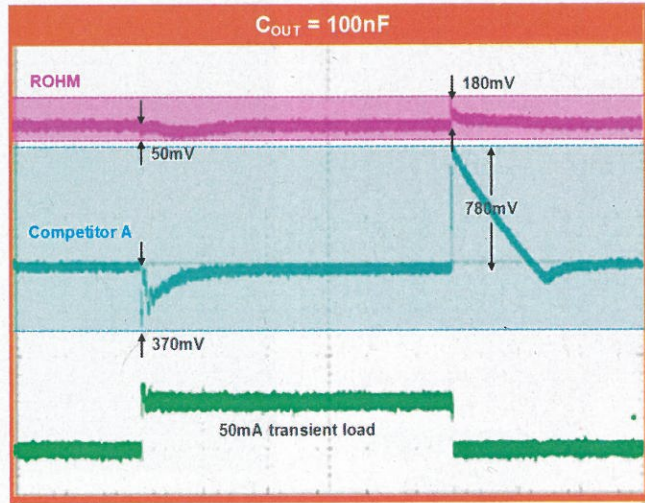
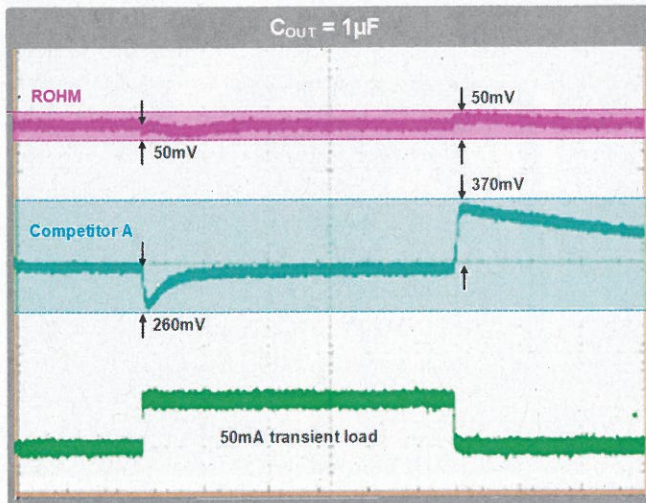
Der BD9S402MUF-C ist ein Abwärts-DC/DC-Wandler-IC mit integrierten MOSFETs für Automobilanwendungen wie Infotainment oder ADAS (Advanced Driver Assistance Systems). Das neue IC unterstützt Ausgangsspannungen von 0,6 V bis zu $0,8 \times V_{IN}$ und einen Ausgangsstrom von maximal 4 A bei Schaltfrequenzen von typisch 2,2 MHz. Der Baustein verfügt über eine kompakte Größe, die von immer anspruchsvolleren Sekundärstromversorgungs-Anwendungen für Hochleistungs-MCUs und SoCs gefordert wird. Mit Hilfe der QuiCur-Technologie ermöglicht er einen stabilen Betrieb bei 30 mV Über- bzw. Unterschwingen (Messbedingungen: 5 V Eingangsspannung, 1,2 V Ausgangsspannung, 44 μ F Ausgangskapazität, Laststromvariation 0 bis 1 A/1 μ s). Dies bedeutet eine Reduzierung der Ausgangsspannungsschwankungen um 25 Prozent im Vergleich zu anderen Standardprodukten mit gleichwertiger Funktionalität.

Das IC ist außerdem mit einer Funktion zur Auswahl des Transienten-Verhaltens ausgestattet. Diese nutzt die Eigenschaften der QuiCur-Technologie und ermöglicht es dem Benutzer durch Setzen der GAIN-Pins auf High/Low, die Priorität zwischen niedrigsten Spannungsschwankung (für kleinste Transientenspannungen) und Kapazitätsreduzierung (um einen stabilen Betrieb bei 22 μ F zu gewährleisten) zu wechseln. Beispielsweise kann der Benutzer den GAIN-Pin auf High setzen, wenn es sich um eine Stromversorgung für ein SoC handelt, welche sehr hohe Genauigkeit an die Versorgungsspannung auch bei großen Transienten fordert. Oder er setzt den GAIN-Pin auf Low, um eine gute Balance zwischen Leistung und Kondensatorkosten zu erreichen, wenn die Stromversorgung für eine Last mit geringeren Anforderungen an die Transienten-Spannungsgenauigkeit ist.

LDO-Regler für Automobilanwendungen

Mit der BD9xxN1-Serie bietet ROHM eine Reihe von LDO-Regler-ICs für Automobilanwendungen. Die ICs sind für die direkte 12-V-Bordnetzversorgung in einer Vielzahl von Fahrzeuganwendungen optimiert, zum Beispiel im Antriebsstrang, der Fahrzeugkarosserie, ADAS und dem Infotainment.

Die Primär-LDOs der BD9xxN1-Serie erfüllen die grundlegenden Anforderungen von Automobilprodukten wie den Betrieb bei über +125 °C sowie die Qualifizierung nach dem AEC-Q100-Standard für



Zuverlässigkeit im Automobil-bereich. Zudem stellen die LDOs Eingangsspannungen von mehr als 40 V für die Primärstromversorgung zur Verfügung. ROHMs Nano-Cap-Regelungstechnologie zusammen mit der QuiCur-Technologie unterstützt eine Ausgangskapazität von 100 nF. Sie gewährleistet auf diese Weise einen stabilen Betrieb der Anwendungen, selbst wenn die Eingangsspannung und der Laststrom schwanken. Dies ermöglicht eine hohe Leistung mit einem ausgewogenen Verhältnis von Ausgangskapazitätsbereich und Ansprechverhalten.

Zusätzlich zu den üblichen MLCCs (Multi-Layer Ceramic Capacitors) der µF-Klasse können die neuen Regler mit einem sehr breiten Spektrum von Ausgangskapazitäten ab 100 nF in ultrakompakten 0603/0402-Gehäusebauformen betrieben werden. In der Vergangenheit war dies nicht möglich, da die Schaltungen nicht stabil genug waren. Diese neue Option trägt nicht nur zur Miniaturisierung von Bauteilen und Platinen bei, sondern reduziert auch die

Design-Anforderungen, da eine breitere Palette von Kondensatorbedingungen unterstützt wird.

Verfügbarkeit und Ausblick

ROHM wird die LDO-Regler-Serie mit integrierter Nano-Cap-Technologie bis zum Ende des laufenden Geschäftsjahres (bis Ende März 2023) auf 22 Modelle mit verschiedenen Ausgangsspannungen und Gehäusen ausbauen. Im nächsten Geschäftsjahr werden weitere 24 Modelle hinzukommen, die einen Ausgangsstrom von 500 mA unterstützen. Somit stehen bis Anfang 2024 insgesamt 46 Produkte zur Verfügung, die eine noch breitere Anwendungspalette abdecken. (na)

Bild 4: Vergleich eines Nano-Cap-LDOs mit einem herkömmlichen LDO, links mit einer Ausgangskapazität von 1 µF, rechts mit 100 nF.

Autor

Michael Maurer

Senior Application Marketing Manager bei ROHM Semiconductor Europe.



Formeln zur Berechnung von Übertragungsfunktionen und Transienten-Verhalten des Fehlerverstärkers mit QuiCur-Technologie.

Übertragungsfunktion eines konventionellen Fehlerverstärkers:

$$\Delta V_C = -\Delta V_O * g_{mErr} * Z_{Err}$$

$$\frac{\Delta V_C}{\Delta V_O} = -g_{mErr} * Z_{Err}$$

Kontrollspannung der neuen Fehlerverstärker-Architektur:

$$\Delta V_C = -\Delta V_O * g_{mLS} * Z_{ErrLS} - \Delta V_O * g_{mHS} * Z_{ErrHS}$$

Übertragungsfunktion der neuen Fehlerverstärker-Architektur:

$$\frac{\Delta V_C}{\Delta V_O} = -(g_{mLS} * Z_{ErrLS} + g_{mHS} * Z_{ErrHS})$$

Übertragungsfunktion der Leistungsendstufe: $\frac{\Delta V_C}{\Delta V_O} = \frac{g_m * R_L}{1 + j\omega C_O R_L}$