



(Bild: Alina Fotila - Fotolia)

Ein besserer Umgang mit der Energie gewinnt immer mehr Bedeutung: Gefragt ist ein optimales Energiemanagement. Die derzeit entwickelten Halbleiterlösungen reduzieren die Ladezeiten und vereinfachen den Schaltungsaufbau. Zudem können die Lebensdauer des Akkus und die Zeit zwischen zwei Aufladungen verlängert werden.

Auf den Nenner gebracht soll das Energie-Management insbesondere bei Lithium-Ionen-Akkus dazu führen, mehr aus einer einzelnen Lithium-Ionen-Zelle herauszuholen, und das über einen weiten Temperaturbereich und bei verschiedenen Lastzuständen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen zuallererst die sogenannten kritischen Systemparameter in engen Grenzen gehalten werden, unabhängig von den äußeren Betriebsbedingungen. Dazu zählt auch unbedingt eine Verringerung der Leitungsverluste. Allgemein gilt: Je enger die Grenzen, innerhalb derer die Systemparameter eingehalten werden können, desto besser sind dann die Leistungsdaten des betriebenen Akkus.

Sicher ist, dass die Nachfrage nach immer leistungsfähigeren tragbaren elektronischen Geräten nicht abflauen wird. Im Gegenteil, es werden fortlaufend neue Produkte vorgestellt,

- die immer mehr Funktionen aufweisen, mit denen sich die Gerätehersteller von der Konkurrenz in dem bestehenden scharfen Wettbewerb differenzieren können. Dieser Trend beeinflusst unmittelbar den Energiebedarf der Geräte: Die Integration von GPS und Bluetooth stellt für die Energiequelle eine nicht unerhebliche zusätzliche Belastung dar.
- die mit immer größeren Displays ausgestattet werden. Die Handys der ersten und zweiten Generation wur-

Lithium-Ionen-Akkus:

Längere Laufzeiten durch Energiemanagement

Mit den bemerkenswerten Fortschritten bei den Smartphones, Netbooks und Tablet PCs steigen die Anforderungen an die Energiequellen dieser Geräte, in der Regel Lithium-Ionen-Akkus. Dabei steht der immer größer werdende Funktionsumfang und der damit wachsende Energiebedarf dieser Geräte im Gegensatz zu der Kundenforderung nach immer längeren Laufzeiten zwischen zwei Akkuladungen.

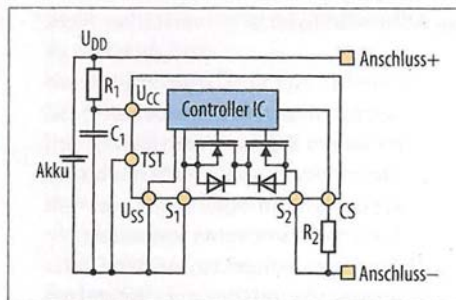
den mit einfachen Displays ausgeliefert; mit den Smartphones wurden dann vergleichsweise große Displays mit zusätzlicher Touch-Funktion eingeführt.

Nun möchte der Anwender zwar die Zusatzfunktionen uneingeschränkt nutzen und auch auf die Vorteile des großen Displays nicht verzichten, ist andererseits aber bei den Ladezeiten

Mit der weiten Verbreitung der Angabe des Ladefaktors als Kennziffer für tragbare Geräte auf dem Markt hat sich die Situation für die zugrundeliegende elektronische Schaltungstechnik erheblich verschärft. Ein zentrales Problem stellt dabei die Temperaturabhängigkeit der Einschaltwiderstände $R_{DS(on)}$ der MOSFETs in den elektronischen Schaltungen dar; diese Widerstände erhöhen sich bei einer Steigerung des Ladefaktors C deutlich, was wiederum dazu führt, dass der verwendete Netzadapter dann deutlich wärmer wird. Als erste Gegenmaßnahme dient hier ein verbessertes Wärmemanagement, wodurch sichergestellt werden kann, dass die Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Allerdings wird der Hersteller eine solche Lösung vermeiden wollen. Erstens, weil der Netzadapter dadurch größer ausfällt, was im

Gegensatz zu den ausgesprochen schmalen Profilen steht, die von den Verbrauchern durchaus bevorzugt werden. Zweitens schlagen sich solche Maßnahmen in höheren Herstellungskosten nieder, was in einem vom Preis diktierten Markt Anlass zu einer Prüfung der möglichen Alternativen gibt. Hinzu kommt, dass die meisten dieser Geräte in extrem hohen Stückzahlen produziert werden. Da jedes Gerät die gleichen Leistungsdaten erreichen muss, ist eine Selektion der Komponenten erforderlich. Diese Selektion geschieht auf der Grundlage der mittleren Betriebsbedingungen und berücksichtigt z.B. nicht den Einfluss extremer Temperaturen. Auch aus diesen Gründen ist das nutzbare Fenster des Normalbetriebs für Lithium-Ionen-Akkus weiter eingeschränkt.



Beschaltung des Ladeschutzbausteins LCS111CMT.

(Quelle: ON Semiconductor)

und der Laufzeit zwischen zwei Aufladungen nicht zu Kompromissen bereit. Da die Akkus in den letzten zehn Jahren nicht wesentlich leistungsfähiger geworden sind, ist die Energiemenge, die in einem Akku bestimmter Baugröße gespeichert werden kann, im Wesentlichen konstant geblieben. Daher ist für die Entwicklung einer Stromversorgung für mobile Geräte eine Verbesserung des Ladefaktors eine vorrangige Aufgabe.

Der Ladefaktor C kennzeichnet die Energiemenge, die ein Akku nach einer Ladezeit von einer Stunde gespeichert hat. Dabei setzt sich bei den Mobilgeräten immer mehr die Tendenz durch, dass deren Akku bereits in einer Stunde (1C) oder sogar in einer halben Stunde (2C) vollständig aufgeladen werden kann.

Ein neuer Ansatz beim Laden

Eine heutige Ladeschaltung muss ein effizientes Management der Lade- und Entladeströme in einem Ladekreis steuern und überwachen und dabei gleichzeitig den Lithium-Ionen-Akku vor möglicher Beschädigung durch zu hohe angelegte Spannungen, fließende Ströme und auftretende Temperaturen schützen. Für die Schutzschaltung zwischen dem Lithium-Ionen-Akku und dem Gerät ist in der Regel ein Leistungs-MOSFET mit mehreren Komponenten erforderlich.

Einer der wichtigsten Einflüsse auf die Funktion einer Ladeschaltung besteht darin, wie der Einschaltwiderstand $R_{DS(on)}$ des Leistungs-MOSFET von der Temperatur abhängt. Dabei sollte, wie schon bemerkt, der Durchlasswiderstand $R_{DS(on)}$ so klein wie möglich ausfallen, so dass ein höherer Ladefaktor ohne eine Erhöhung der Sperrschichttemperatur realisiert werden kann.

Der Schlüssel zur Lösung des Problems liegt nun in der Spezifikation von Halbleiterbauelementen mit einem deutlich höheren Integrationsgrad. Heute sind bereits Module am Markt verfügbar, in denen die Schutzfunktionen und der Leistungs-MOSFET integriert sind, mit denen sich viele der angesprochenen Probleme lösen lassen und die zudem nur wenig Platz (Footprint) auf der Leiterplatte beanspruchen. Bausteine mit Gehäusen im Chip-Format (CSP – Chip Scale Packages) bieten die niedrigen $R_{DS(on)}$ -Werte, eine erste Voraussetzung für eine Verbesserung der Schaltung in Richtung höherer Wirkungsgrad. Darüber hinaus wirken sich verbesserte Bonding-Verfahren günstig aus, wobei sich das sogenannte Clip Bonding als deutlich effektiver herausstellt als das konventionelle Bonden von Drähten.

Zwar sind bereits verschiedene Module auf dem Markt verfügbar; diese weisen jedoch ganz bestimmte Eigenschaften nicht auf, die dann in den Ladeschaltungen der nächsten Generation eine wichtige Rolle spielen werden. Da diese Module insbesondere nicht mit einem integrierten Temperatursensor ausgestattet sind, können sie bei der Überwachung der Ströme nicht den Funktionsumfang bieten, der für eine umfassende und vollständige Aufrechterhaltung der Zuverlässigkeit eines Systems erforderlich ist.

Ein IC für die Schutzfunktionen

Das Unternehmen ON Semiconductor bringt mit dem *LC05111CMT* nun einen Schutzbaustein heraus, der speziell für den Betrieb mit Lithium-Ionen-Monozellen konzipiert wurde. Wegen seines großen Funktionsumfangs und seiner aufwendig ausgestatteten inneren Schaltung lässt damit ein Schutzsystem mit nur wenigen externen Komponenten aufbauen. Der Baustein integriert zwei Leistungs-MOSFETs und einen Überwachungsschaltkreis mit hoher Genauigkeit, der den Akku gegen Überladung und Tiefentladung sowie Ladung und Entladung mit zu hohem Strom schützt.

Im Normalbetrieb regelt die interne Schaltung den Lade- bzw. Entladestrom über eine Bestimmung der Zellspannung U_{CC} und der am Anschluss CS anliegenden Spannung (Bild). Liegt der Wert der Zellspannung zwischen der Tiefentladespannung U_{UV} und der Überladespannung U_{OV} und die Spannung am CS-Anschluss zwischen der Überstrom-Überwachungsspannung U_{OC12} und der Tiefenentladespannung U_{UV} , dann wird der Power-MOSFET eingeschaltet. Durch eine Reduzierung der Temperatur des Lithium-Ionen-Akkus ist es möglich, den Überstromschutz genauer und den $R_{DS(on)}$ niedriger zu machen. Bei letzterem handelt es sich um die Kombination der beiden Durchlasswiderstände $R_{DS(on)}$ der beiden Leistungs-MOSFETs.

Die Funktion der Schnellladung wird in den künftigen Produkten der Konsumelektronik eine immer wichtigere Rolle spielen, sie erhöht jedoch das Risiko der Überhitzung. Das aber hat zur Folge, dass an dieser Stelle verbesserte Sicherungsmechanismen erforderlich werden. Durch die Integration des Leistungs-MOSFET und des Steuerungsschaltkreises und die Implementierung eines erweiterten thermischen Managements sowie unter Zuhilfenahme einer hochgenauen Sensorik gelingt es, die Toleranzen in der Ladeschaltung deutlich zu reduzieren und dabei gleichzeitig den $R_{DS(on)}$ des Leistungs-MOSFET zu verringern. Insgesamt wird auf diese Weise der nutzbare Bereich der Ladespannung und des Ladestroms vergrößert und die Ausbeute bei der Fertigung verbessert.

Mitzuhiro Yoshimura und
Engkiong Tan (ON Semiconductor) / jw