

White Paper

Die Wahl der richtigen Stromversorgungsarchitektur beim Laden über USB-C

Als Apple am 10. April 2015 sein neues MacBook vorstellte, eröffnete sich eine neue Ära des Power Managements für tragbare Computer. Das neue MacBook bietet einen USB-C™-Anschluss – ein All-in-One-Anschluss, der bidirektionale Datenübertragung und Stromversorgung gleichzeitig ermöglicht. Dies erübrigt den MagSafe-Ladeanschluss des MacBooks, da die Ladefunktionen in den USB-C-Anschluss mit integriert ist.

Mit der Einführung der 6. Generation der Intel®-Core™-Prozessoren steht auch eine neue Generation von Ultrabook-Computern, Tablets, 2-in-1- und externen Geräten bereit, die mit der USB-C-Ladetechnik ausgestattet werden. Die USB-C-Ladetechnik erfordert jedoch grundlegende Änderungen der bestehenden Stromversorgungsarchitektur und stellt für Entwickler eine neue Herausforderung dar.

Der folgende Beitrag untersucht die herkömmliche PC-Stromversorgungsarchitektur und beschreibt die Änderungen, die sich durch USB-C und die umkehrbaren (reversiblen) USB-Typ-C™-Kabelstecker ergeben. Wir untersuchen verschiedene Ansätze zum Laden des Akkus und erklären, wie eine Abwärts-/Aufwärtsregler-Ladetopologie (Buck-Boost) für mehr Flexibilität, einen höheren Wirkungsgrad und kleinere Abmessungen sorgt – so wie es von den Entwicklern gefordert wird.

Stromversorgung für Computer heute

Das Laden von Elektronikgeräten über USB-A/B-Anschlüsse kommt vor allem für Low-Power-Anwendungen in Frage, z.B. für Smartphones und Tablets. Der herkömmliche USB-A/B-Anschluss stellt 5 V Spannung und bis zu 2 A Strom bereit. Diese Leistung ist jedoch zum Laden von High-Power-Geräten nicht ausreichend. Sie werden in der Regel über Netzteile (AC-Adapter) mit einer Leistung im zweistelligen Watt-Bereich geladen.



Bild 1: Derzeitige Stromversorgungsarchitektur

Die heute gängige Stromversorgungsarchitektur für Computer ist in Bild 1 dargestellt. Sie umfasst einen AC-Adapter, der die Netzspannung in eine Gleichspannung (DC) umwandelt und 20 V zum Laden des Hauptgeräts verwendet, in diesem Fall ein Ultrabook-Computer. Das Ultrabook kann aus verschiedenen Akkuzellen-Stacks bestehen: von einem 1-Zellen- bis hin zu einem 4-Zellen-Akku. Jeder Li-Ionen-Akku weist eine Betriebsspannung von 2,5 bis 4,3 V auf – vom entladenen bis zum vollgeladenem Zustand. Das Ultrabook kommt daher auf einen Batteriespannungsbereich von 2,5 bis 17,2 V.

Bei einem 20VDC-Adapter verwendet die Ladeeinheit eine Abwärts-Topologie (Buck), um die 20 VDC herabzusetzen und den Akku zu laden. Der 5V-USB-A/B-Anschluss des Ultrabooks kann ein externes USB-Gerät laden, z.B. ein Smartphone oder Tablet. Um die 5 V für den USB-A/B-Anschluss zu erzeugen, kommt eine ähnliche Buck-Topologie zum Einsatz, um die 5V-USB-Schiene über seinen internen 2-, 3- oder 4-Zellen-Akku-Stack zu versorgen. Alternativ kommt eine Aufwärts-Topologie (Boost) zum Einsatz, sofern ein 1-Zellen-Akku-Stack vorliegt.

Der Übergang auf USB-C

USB-C ändert die Art, wie wir unsere Elektronikgeräte laden. Es handelt sich dabei um eine Standardschnittstelle, die alles mit allem verbindet. Neben der Datenübertragung bietet USB-C auch einen bidirektionalen Stromfluss auf einem viel höheren Niveau. Bei der Standardspannung von 5 V kann der USB-C-Anschluss mit dem angeschlossenen Gerät darüber verhandeln, die Spannung auf 12 V, 20 V oder eine andere aufeinander abgestimmte Spannung zu erhöhen – bei einem ebenfalls einvernehmlich vereinbarten Stromwert. Die maximale Leistung, die ein USB-C-Anschluss bereitstellen kann ist 20 V bei 5 A und damit 100 W. Dies ist mehr als ausreichend für das Laden eines Computers, gerade wenn die meisten 15-Zoll-Ultrabooks nur etwa 60 W benötigen. Mit diesem Vorteil ist es verständlich, dass die Hersteller von Elektronikgeräten unbedingt USB-C in ihre kommenden Geräte integrieren wollen. Apple gilt dabei mit seinem im Vorjahr eingeführten MacBook als Vorreiter.



Bild 2: Neue Stromversorgungsarchitektur auf Basis des USB-Typ-C-Steckers

Beim Laden über USB-C muss die herkömmliche Stromversorgungsarchitektur geändert werden, wenn Hersteller von Mobilgeräten den USB-C-Anschluss in ihre Geräte integrieren. Bild 2 beschreibt, wie ein USB-C-Anschluss alles mit allem verbinden kann. Der USB-C-Adapter mit 5-20 V Spannungsbereich kann ein Hauptgerät (z.B. ein Ultrabook) laden, das mit einem 1-, 2-, 3- oder 4-Zellen-Akku-Stack ausgestattet ist. Diese Großgeräte können auch externe (kleinere) Elektronikgeräte wie Tablets, Smartphones, Power-Bänke etc. laden.

Verschiedene Ansätze beim Laden über USB-C

Eine Herausforderung bei der neuen Stromversorgungsarchitektur ist, wie die 5-20V Adapterspannung zum Laden eines 2,5-17,2V-Akkus verwendet wird. Es gibt keine festgelegte Eingangs- zu Ausgangsbeziehung, die eine Buck-Topologie erfordert. Es gibt auch keine festgelegte Ausgangs- zu Eingangsbeziehung, die eine Boost-Topologie rechtfertigt.

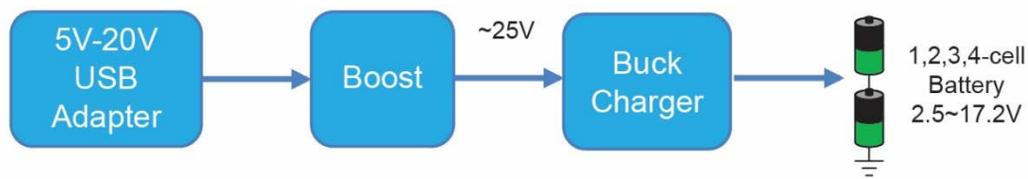


Bild 3: Ansatz mit Vorverstärkung

Bild 3 beschreibt einen Ansatz auf Basis einer Vorverstärkung. Dabei wird die USB-Adapterspannung auf einen Wert oberhalb der höchsten USB-Adapterspannung erhöht, z.B. auf 25 V. Anschließend wird über einen Buck-Lader der Akku geladen. Dieser Ansatz erfordert einen zusätzlichen Boost-Wandler, der die Kosten und Baugröße erhöht sowie den Gesamtwirkungsgrad durch zusätzliche Leistungsverluste in der Vorverstärkerstufe verringert.

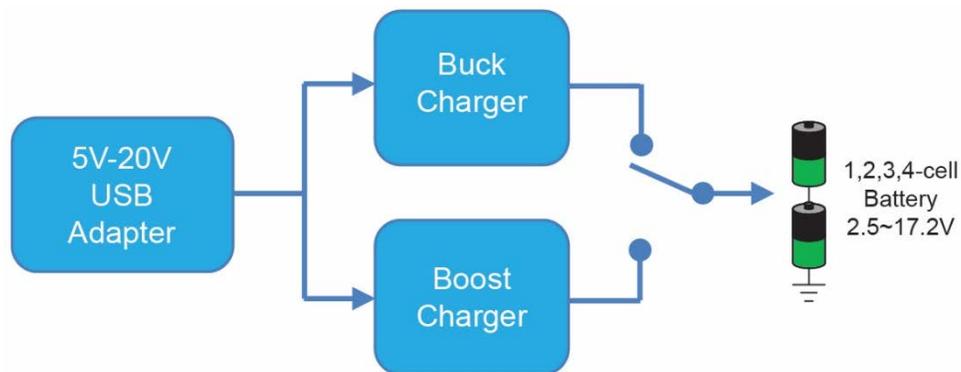


Bild 4: Ansatz mit Buck- oder Boost-Lader

Bild 4 zeigt das Konzept auf Basis eines Buck- oder Boost-Laders. Dabei wird die USB-Adapterspannung je nach Eingangs-Ausgangs-Spannungsbeziehung über einen Buck- oder Boost-Lader angepasst. Dieser Ansatz beseitigt zwar die zusätzlichen Leistungsverluste in der Vorverstärkerstufe, es ist aber immer noch ein zusätzlicher Boost-Lader erforderlich, der die Kosten und Größe erhöht.



Bild 5: Buck-Boost-Ansatz für das Laden von Akkus

Bild 5 beschreibt die Buck-Boost-Topologie. Sie arbeitet im Buck-Modus, wenn eine Eingangs-zu-Ausgangskonstellation vorliegt; im Boost-Modus, wenn eine Ausgangs-zu-Eingangskonstellation vorliegt oder im Buck-Boost-Modus, wenn ein 2-Wege-Eingang = Ausgang vorliegt. Diese Flexibilität ermöglicht ein besseres Design mit der kleinstmöglichen Größe und dem besten Gesamtwirkungsgrad. Alle Anforderungen des Systementwicklers werden damit erfüllt.

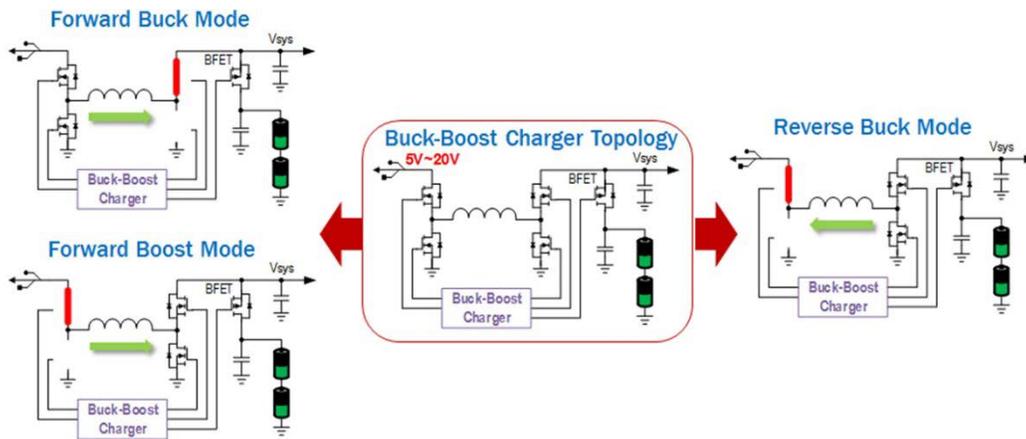


Bild 6: Buck-Boost-Topologie für das Laden von Akkus

Die erste USB-C Buck-Boost-Batterieladelösung am Markt ist der ISL9237 von Intersil. Bild 6 beschreibt den Aufbau des Buck-Boost-Ladereglers ISL9237. Der Baustein besteht aus vier Schalt-FETs, einer Induktivität und einem BFET (Battery Connecting FET). Die vier Schalt-FETs finden sich in einem Forward-Buck- und Forward-Boost-Zweig. Je nachdem, welcher Zweig betrieben wird, kann dieser Aufbau im Forward-Buck- oder Forward-Boost-Modus betrieben werden, um den Akku zu laden. Auch der Reverse-Buck-Modus ist möglich, um Strom aus dem USB-Anschluss zum Laden eines externen Elektronikgeräts zu erhalten. Dies kann für ein Tablet oder ein Smartphone sein, oder für eines der immer häufiger angewendeten Power-Bank-Produkte, die zum Laden eines jeden Geräts geeignet sind.

Der ISL9237 bietet zahlreiche Funktionen und ist ein SMBus-Lade-IC, der mit einem SMBus-Host kommuniziert. Er ist konform zu USB 3.1 und den neuesten Intel IMVP8 PROCHOT# und PSYS-Anforderungen zum Schutz gegen Batteriespannungsabfall, Adapter-Überstrom, Batterie-Überstrom und Überhitzung. Er bietet eine 2-stufige Adapterstrombegrenzung mit programmierbaren Größen und Zeitdauern und nutzt somit die Spitzenstrombelastbarkeit des Adapters. Er unterstützt auch externe Power-Bänke und jeden Reiseadapter, einschließlich solche, die ihre Strombelastbarkeit nicht offenlegen.

Fazit

Mit dem USB-C Buck-Boost-Batterielade-IC ISL9237 können mobile Rechner und andere tragbare Geräte nun von einer optimalen 2-Wege-Stromversorgung über den umkehrbaren USB-Typ-C-Stecker profitieren. USB-C vereinfacht die bidirektionale Bereitstellung von Strom und Daten bei Computern und externen Elektronikgeräten. Das USB-C-Ecosystem läutet damit eine neue Zukunft ein, in der nur ein einziges Kabel für jedes Gerät benötigt wird.

Referenzen

- [USB-C Buck-Boost-Batterielade-IC ISL9237](#)
- [ISL9237-Datenblatt](#)

###

Über die Renesas Electronics Corporation

Renesas Electronics Corporation bietet zuverlässige Embedded-Design-Innovationen mit kompletten Halbleiterlösungen, die Milliarden von vernetzten, intelligenten Geräten ermöglichen, die Art und Weise zu verbessern, wie Menschen arbeiten und leben - sicher und sicher. Als weltweit führender Anbieter von Mikrocontrollern, Analog-, Power- und SoC-Produkten bietet Renesas das Know-how, die Qualität und umfassende Lösungen für eine breite Palette von Anwendungen in den Bereichen Automotive, Industrie, Heimelektronik, Büroautomatisierung und Informationskommunikation, um eine grenzenlose Zukunft zu gestalten. Erfahren Sie mehr unter renesas.com

+1 408-432-8888 | © Renesas Elektronik Amerika. Alle Rechte vorbehalten. Renesas (und Design) sind Marken der Renesas Electronics Corporation oder einer ihrer Tochtergesellschaften. Alle anderen genannten Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.