

SIMO开关调节器： 延长耳戴式和可穿戴设备的电池寿命

作者：Maxim Integrated移动方案事业部
Cary Delano, 技术团队杰出成员
Gaurav Mital, 技术团队主要成员

2018年1月



maxim
integrated™

摘要

耳戴式、可穿戴产品日益成为市场热点，消费者对这些产品也提出了更高要求，不仅体积小巧，更要电池寿命增长。显而易见，设备尺寸限制了电池容量。本文介绍如何利用单电感多输出(SIMO)电源转换器技术节省电路板空间。SIMO架构及其稳压器的低静态电流使IC能够有效延长空间受限电子产品的电池寿命。

本文将帮助您深入理解SIMO技术及其工作原理，同时您将了解到更多关于电源管理IC (PMIC)的知识，这些IC具有SIMO调节器，能够降低功耗和总体元件数量，同时以不到一半的空间提供与传统方案相同的功能。

概述

满足便携设备的电池寿命要求



SIMO架构提供
更高效率

在您佩戴耳机长途跋涉或者整个下午都忙于某个大型项目时，您一定不希望被迫停下来对耳机充电。您希望耳戴式、可穿戴及其他小尺寸、电池供电设备能够长时间可靠地工作。

从设计角度看，用户的期望很高。尺寸限制了Li+电池容量，而电池在每次充电后需要保持尽可能长的工作时间；对于

电源，则必须满足子系统各种不同的供电电压要求。

SIMO架构为这些系统提供了最佳方案，集成了原本要求多个分立元件实现的功能。我们接下来深入了解一下什么是SIMO，及其在升压/降压调节器中如何工作。

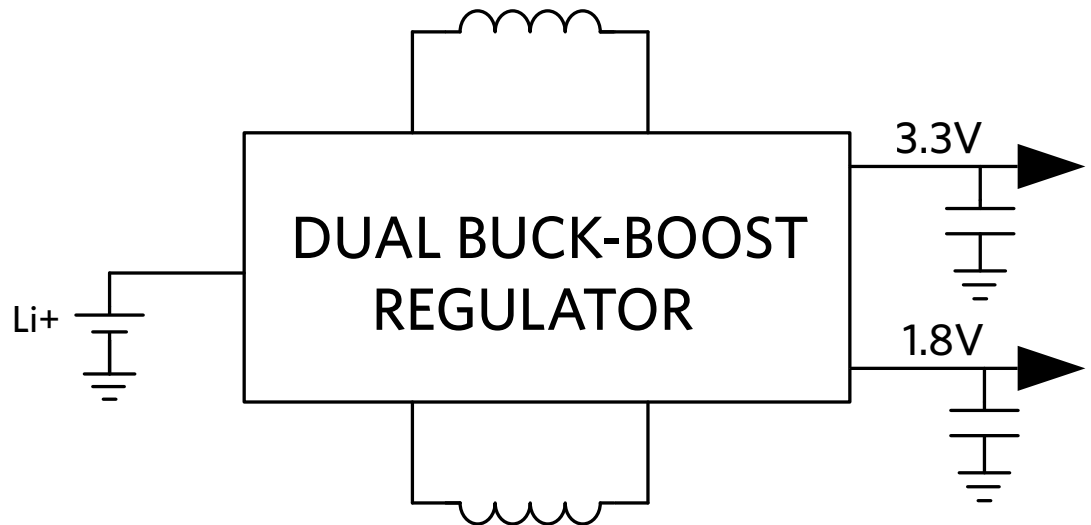


图1. 传统架构的升/降压开关调节器

SIMO架构概述

在传统的多通道开关稳压器中，每个开关调节器都需要一个独立的电感(图1)。这些电感物理尺寸大、成本高，对于小尺寸设计非常不利。另一个选择是使用线性稳压器，这种稳压器速度快、尺寸小且噪声低，但功耗较大。还有一种使用多路低压差稳压器(LDO)与DC-DC转换器相配合的混合方案。尽管这种配置的功耗和散热处于中等水平，但设计尺寸仍然大于单独的LDO结构。

具有升/降压功能的SIMO转换器使用单个电感，可在较宽的输出电压范围内调节多达三路输出电压。与仅支持降压的buck SIMO相比，升/降压结构调整每个

通道电压所需的时间较少，有助于更好地利用电感。当一路或多路输出电压接近输入电压时，buck SIMO的弱点被进一步放大。当输出电压接近电池电压时，buck SIMO将力不从心。此时，buck SIMO将占用很长时间电感，从而影响到其他通道。

多数情况下，系统中难免使用电感。LDO虽然体积小，但其本身也无法实现升压。SIMO只要求一个电感，对于要求至少一路升压的设计，buck-boost SIMO更适合。

电感饱和电流(Isat)指使电感值下降到规定值70%时对应的电流，与磁芯材料、电感磁芯尺寸等因素有关。

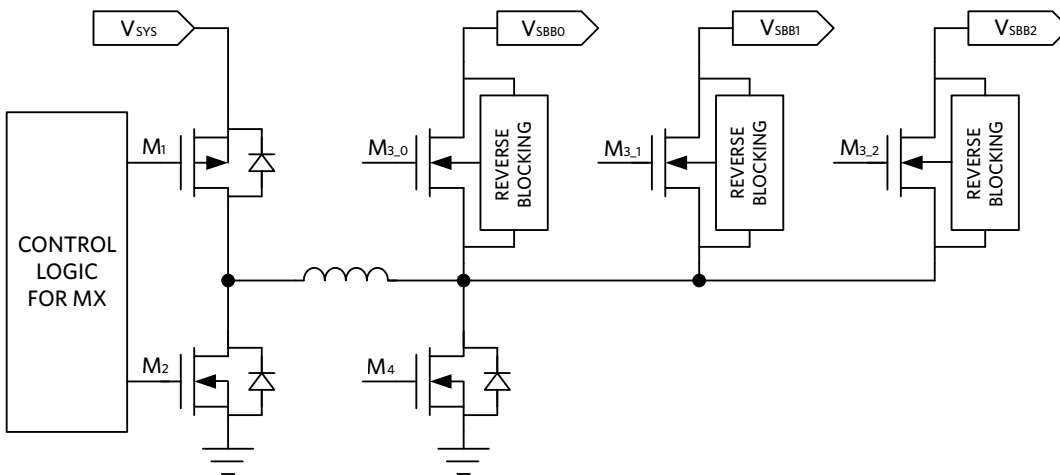


图2. SIMO架构方框图



SIMO架构能够 更好地利用电感

与使用独立DC-DC转换器相比，SIMO架构仅使用一个电感，带来诸多优势：

- 在系统允许的情况下，可以更好地利用垂直空间(Z高度)。
- 由于不必像传统方案一样使用大量电感，节省费用和占位面积。
- 时间复用，多数情况下，系统的不同功能并非同时使能。当总电流小于各路输出电流之和时，这种优势更加明显。例如，有些设计中会按照不同顺序使用不同通道的供电电压。比如，蓝牙系统，可在激活某项功能之前先下载数据。这意味着射频电路供电电源与被激活功能的电源不会同时使用。所以，SIMO电感要求的总 I_{sat} 小于单个转换器要求的电流。
- RMS (电感电流额定值)——即使通道间未采用时间复用，各项功能的峰值功耗也不会同时发生，同样低于总电感 I_{sat} 要求。

克服SIMO架构的缺点

使用SIMO架构并非没有缺点，深思熟虑的设计非常重要。例如，由于单电感交替为输出提供能量，输出电压纹波往往

较高。此外，SIMO在重载时，受限于时间，在伺服每路通道时可能有延迟，会进一步加剧输出电压纹波。使用较大的输出电容可以抵消这些输出电压纹波，同时保持占位面积/BOM方面的优势。

Maxim的新型电源管理IC (PMIC) MAX77650和MAX77651，实现了这些方面的完美平衡。这些PMIC设计采用微功耗SIMO升/降压DC-DC转换器架构。PMIC中集成的150mA低压差稳压器(LDO)为音频等噪声敏感应用提供噪声抑制。与串行数据线(SDA)和串行时钟线(SCL)串联的可选电阻最大程度降低总线上的串扰和下冲，同时也保护器件输入不受总线高压尖峰的伤害。调节器的每各通道都拥有低静态电流(1 μ A)特性，有助于延长电池寿命。由于IC始终工作在非连续传导模式(DCM)，电感电流在每个周期末尾变为零，最大程度地降低串扰、防止振荡。

SIMO转换器的每路输出都具有升压/降压配置，产生的输出电压能够高于、低于或等于输入电压，充分利用了整个电池电压范围。由于每路输出的峰值电感电流可编程，可优化效率、输出纹波、电磁干扰(EMI)、PCB设计及负载能力，达到最佳平衡。这些IC的效率额定值高于85% @ 3.3V输出。

SIMO架构找到了低功耗和小尺寸之间的最佳平衡，低功耗对于散热受限的小尺寸应用极其重要。从图3可以看出，与带有多个LDO的DC-DC转换器或简单的多路DC-DC转换器相比，MAX77650 PMIC在散热和尺寸方面达到了最优。

MAX77650/1中的SIMO控制采用专有的控制器，确保所有输出都能够及时达到能量支持。如果没有任何通道的调节器要求能量支持，状态机就停留在低功耗状态。一旦控制器识别出某个调节器需要伺服，则对电感充电，直到达到峰值限流值。接下来，电感电能对相关输出

进行放电，直到电流达到零。如果多路输出通道同时要求伺服，控制器可确保没有任何输出独占开关周期，而是在要求伺服的输出之间交替分配开关周期。不需要伺服的输出将被跳过。

SIMO架构也提供软启动功能，最大程度降低浪涌电流。软启动功能是通过限制启动期间的输出电压摆率实现的。为了彻底、及时关断系统外设，每路SIMO升/降压通道具有有源放电功能，根据SIMO调节器的状态自动独立使能每路SIMO (也可通过I₂C禁止有源放电功能)。



低静态电流与
SIMO架构相
结合，是超小
尺寸产品的
理想选择

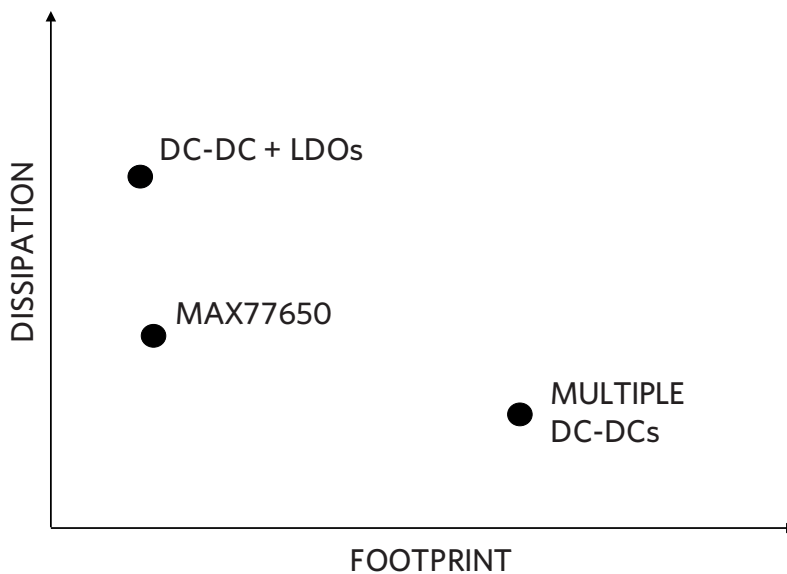


图3. MAX77650 PMIC拥有低发热和小外形尺寸，适用于耳戴式和可穿戴等空间受限的电池供电设备。

电源性能： SIMO与传统架构的比较

图4所示为常见应用的MAX77650电源拓扑框图。从图中可以看出，四个负载中有三个通过高效SIMO开关调节器连接到Li+电池。第四个负载由LDO利用2.05V SIMO输出供电，效率达到90.2% (1.85V/2.05V)。

表1所示为传统架构与SIMO架构之间的比较。(更多详细信息请参考下文“更多信息”部分提供的链接：设计方案，“利用SIMO延长耳戴式设备电池寿命”。)

Maxim提供SIMO计算器，帮助用户研究SIMO相关参数之间的平衡。请参见下文“更多信息”部分的计算器链接。

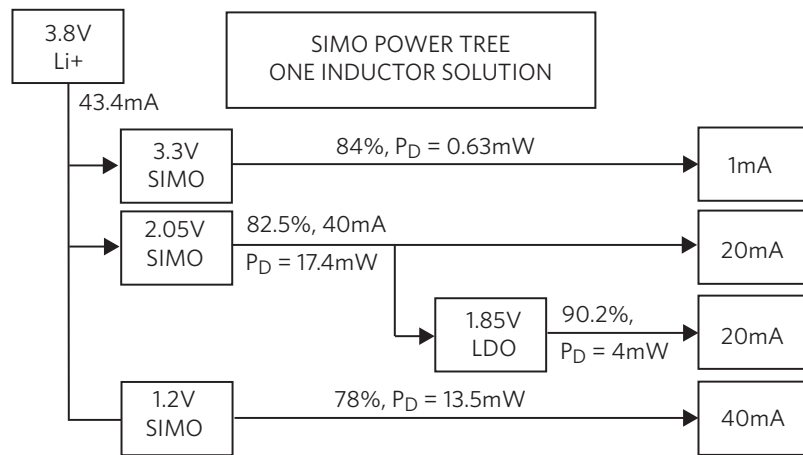


图4. MAX77650电源拓扑，包括每个调节器的输出电压、负载电流、效率和功耗。

参数	传统方案	SIMO	SIMO优势
Li+电池电流	49mA	43.5mA	SIMO节省5.6mA
系统效率	69.5%	78.4%	SIMO的效率高出8.9%
最低Li+电池电压	3.4V, 得益于3.3V LDO	2.7V	SIMO允许更充分放电

表1. SIMO架构与传统电源架构的性能比较

SIMO输出电压纹波与以下因素有关：

- a. 输出电容
- b. 电感
- c. 输出电压设置
- d. 峰值限流设置

SIMO可提供的输出电流与以下因素有关：

- a. 输入电压
- b. 输出电压
- c. 峰值限流设置
- d. 其他SIMO通道的输出电流

SIMO开关频率与以下因素有关：

- a. 输入电压
- b. 输出电压

c. 峰值限流设置

d. 电感

在这款基于电子表格的“calculator”工具标签页，可在顶部对应单元格输入系统参数。最相关的计算值用黄色突出显示。如果某个参数超出正常范围，相关单元将以红色突出显示。备注部分提供关于增强设计方法的指南。

总结

对于耳戴式、可穿戴以及类似小尺寸、电池供电设备，较长电池寿命对于客户满意度至关重要。与传统升/降压结构相比，SIMO架构减少了元件数量，延长电池寿命。本文介绍了集成SIMO开关调节器的PMIC，能够完美解决超低功耗、空间受限应用面临的挑战。

更多信息：

- 利用MAX77650/MAX77651评估板评估PMIC中的SIMO升/降压调节器及其他元件：
<https://www.maximintegrated.com/cn/products/MAX77650EVKIT>
- 了解关于MAX77650的更多信息：
<https://www.maximintegrated.com/cn/products/MAX77650>
- 阅读设计方案，“利用SIMO延长耳戴式设备电池寿命”：
<https://www.maximintegrated.com/content/dam/files/design/technical-documents/design-solutions/DS26-Hearables-Get-Longer-Life-with-SIMO.pdf>
- 下载SIMO计算器(参见该页面的“其它资源”部分)：
<https://www.maximintegrated.com/cn/products/power/power-management-ics/MAX77650.html/design-development/tb-tabs-3>

更多信息

更多信息请访问：

www.maximintegrated.com