

利用4开关降压-升压控制器 节省空间并提高效率

Xu Zhang, 电源设计经理

摘要

通过利用电感直流电阻(DCR)电流检测技术,新一代4开关降压-升压控制器有助于实现具有很高效率和高功率密度的电源系统设计。本文说明了电感DCR电流检测解决方案相对于传统解决方案的优势。

引言

4开关降压-升压转换器能够产生高于、低于或等于输入电压的调节输出电压,因此深受欢迎且广为人知。在极端故障情况下,例如输入短路或输出短路情况下,它还能断开输入/输出(I/O)连接。与过流和过压保护一起,4开关降压-升压转换器广泛用于电池供电设备、汽车系统和通用工业应用。

新技术: DCR电感电流检测

以前的4开关降压-升压控制器使用外部电流检测电阻进行电流检测,但LTC7878是率先使用电感DCR进行电感电流检测的4开关降压-升压控制器设计。它采用新颖的峰值电流模式控制方案实现,无论稳压器处于降压、升压还是降压-升压工作模式,它都有内置的逐周期峰值电流限制功能。在5 V至70 V的宽输入电压范围内,输出可在1 V至70 V范围内调节,精度为 $\pm 1\%$ 。由于不需要电流检测电阻,新型降压-升压转换器消除了功率功耗并缩小了解决方案尺寸。同时,它无需使用昂贵的大功率电流检测电阻,因此降低了系统成本。电感DCR电流检测还提供连续的电感电流信息,有助于实现统一的峰值电流模式控制,并简化多相IC配置中的并联操作。

4开关降压-升压转换器中的电感电流检测

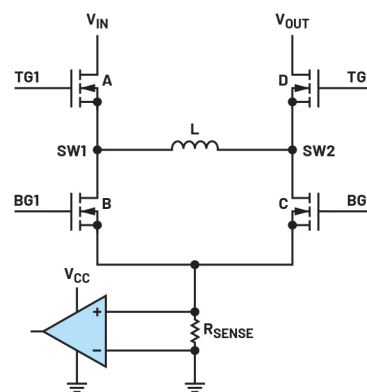


图1. 4开关降压-升压转换器中以地为基准的电流检测。

许多4开关降压-升压控制器需要两个或更多电流检测电阻来检测I/O电流和电感电流,以实现闭环操作。ADI公司拥有专门设计的降压-升压控制器,它们只需要一个电流检测电阻就能检测电流模式控制环路中使用的电流。图1显示了许多传统产品使用的以地为基准的电流检测方法。它很简单,并且容易在IC内部实现。但是,它只能在开关B或开关C接通时检测电感电流:分别是降压区域电感谷值电流或升压区域的峰值电流。PCB布局选项会受到限制,因为两个MOSFET(B和C)都连接到电流检测电阻,并且必须彼此靠近放置。

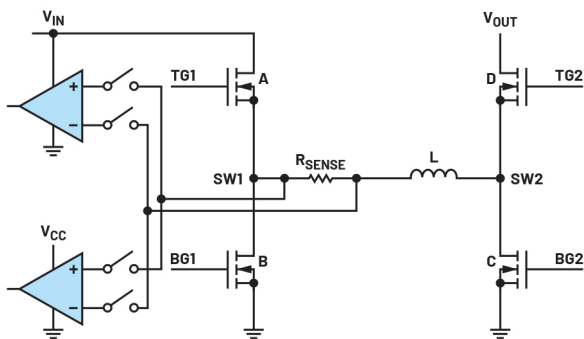


图2. 4开关降压-升压转换器中以开关节点为基准的电流检测。

图2显示了其他一些降压-升压控制器使用的以开关节点为基准的电流检测方法。电流检测电阻与电感串联，因此它可以连续检测电感电流。然而，当开关A和B接通/关断时，开关节点处检测电阻上的电压会在输入电压和地之间上下摆动。这要求电流检测电路具有非常高的共模抑制比(CMRR)，以尽可能降低共模噪声。与几十伏的共模电压相比，检测到的电感电流信号只有大约50 mV至100 mV，此信号在功率级切换期间很容易失真。为了避免噪声影响，须断开电流比较器并关断其输入，如图2所示。即使检测到的信号是连续的，短暂的消隐时间也会使电感电流信息短暂消失。

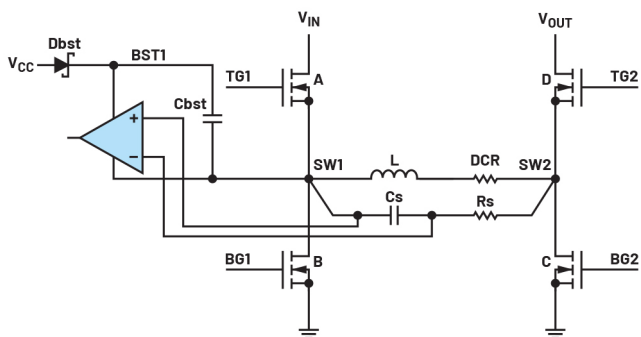


图3. 4开关降压-升压转换器中的电感DCR电流检测。

图3显示了LTC7878使用的电感DCR电流检测方法。通过将RC检测网络的时间常数与电感和DCR匹配($L/DCR = R_s \times C_s$)，电感电流被转换成检测网络(C_s)上的电压信号，增益为电感的DCR。电流比较器位于BST1/SW1电路下方，它在操作期间与VIN-GND开关节点一同摆动。由于电流比较器和开关节点上的共模电压相同，因此当SW1切换时，电流比较器输入不需要与DCR检测信号断开。这样，电感电流就能被连续地逐周期调节和限制。与以开关节点为基准的电流检测相比，BST1/SW1下方只需要一个比较器。此外，它还提供了支持不同DCR值和覆盖各种电感的选项。对于DCR较小的电感，可以设置ISNSD引脚来放大信号，并将信噪比(SNR)提高到常规DCR检测方案的四倍。高SNR设计可显著改善系统可靠性，并在不同占空比下提供稳定的开关操作。

多相并联操作

电感DCR电流检测和连续电感电流信息一同使得LTC7878可以实现统一的峰值电流模式控制方案。这种方案支持多相操作，就像许多峰值电流模式降压或升压DC-DC控制器一样。只需共享所有ITH引脚并以菊花链方式连接所有CLKOUT引脚，多个LTC7878器件就能实现并联，为负载提供更多电流。负载电流均匀分配在所有通道中，电感均流保证了热平衡和高效率。专门设计的逐周期电感均流降低了启动和负载瞬变期间电感上的过流应力，提高了系统可靠性。

更多特性

开关频率可设置，范围介于100 kHz至600 kHz之间，或与外部时钟同步。集成的7 V NMOS栅极驱动器可以驱动逻辑电平或非逻辑电平MOSFET。其他特性包括：智能外部V_{CC}偏置引脚，PGOOD指示器引脚，以及具有不同限流设置的可选断续导通模式/连续导通模式(DCM/CCM)操作。LTC7878支持高达70 V的输入和1 V至70 V的可编程输出，采用5 mm × 5 mm QFN封装。

结语

LTC7878是一款高性能4开关降压-升压控制器，具有电感DCR电流检测功能。它在降压、升压或降压-升压区域使用峰值电流模式控制，并始终提供逐周期峰值电流限制和保护。通过采用电感DCR电流检测，该解决方案在提供高效率的同时还降低了元件成本。为了尽可能地提高功率，多个器件可以轻松地在多相架构中并联工作。

作者简介

Xu Zhang于2000年和2003年分别获得清华大学（中国北京）电气工程学士学位和硕士学位。2009年获得科罗拉多大学博尔德分校（美国科罗拉多州博尔德）电气工程博士学位。2010年初，Zhang博士加入ADI公司。他设计了许多业界首创的电源控制器IC，如高压高功率电荷泵控制器、带开关电容的新型混合降压控制器、双向降压控制器和4开关降压-升压控制器。他现在领导电源控制器部门，负责开发高性能硅基电源调节器和控制器。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛
与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

