

设计要点

一个正至负电压转换器即使在采用一个宽变化输入范围时也可产生稳定的输出 – 设计要点 433

Victor Khasiev

对于正至负电压转换器而言，一种显而易见的应用就是从正输入产生一个负电压输出。不过，它还有一种不太为人所察觉的用途，即是在具有一个宽变化输入范围的应用中产生一个稳定的输出电压。例如，电池供电型设备（它具有一个固有可变的输入电压）中的一个转换器能够产生一个稳定的输出电压，即使输入电压下降至输出电压的绝对值以下也是如此。不过，一个明显的缺陷是反向极性，在该应用中可以很容易地克服。受电电路可采用负输出作为系统地，而将负电池端子作为“正”电压电源。

当输入变化至高于或低于输出时，该拓扑结构特别适用。在此类场合中，传统的降压型稳压器将不能在电池电压降至输出以下时立即进行稳压操作，因而缩短了有效的电池运行时间。降压-升压型解决方案以及诸如SEPIC等其他拓扑结构虽然能解决该问题，但是它们往往较复杂，而且成本昂贵。这里提出的正至负转换器拓扑结构将降压型转换器的简单性与降压-升压型拓扑结构的稳压范围组合在一起。

凌力尔特的新一代高电压同步降压型转换器（例如：LT[®]3845）使得能够实现适合众多应用的正至负电压转换。

基本工作原理

图 1 示出了一个正至负电压转换器的简化方框图。图 2 则给出了一个等效电路，旨在帮助了解图 1 所示电路的基本工作原理。当晶体管 Q 导通时（图 2a），二极管 D 被加有反向偏置，而且电感器 L 中的电流有所增加。当 Q 关断时（图 2b），电感器 L 将改变极性，二极管 D 将被加有正向偏压，而且电流将从电感器 L 流至负载和电容器 C。电容器 C 和负载两端的电压为负（相对于系统地）。图 3 示出了时序图。

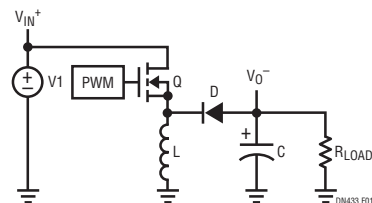


图 1：正至负电压转换器的简化方框图

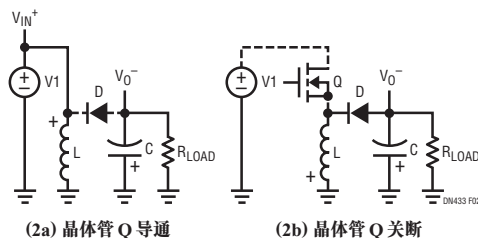


图 2：等效电路显示了正至负转换器的基本原理

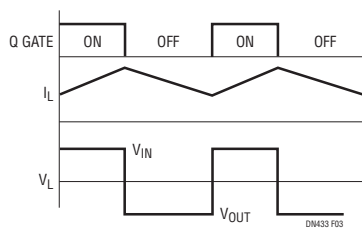


图 3：转换器时序图

占空比范围可从下面的表达式求得：

$$D = \frac{|V_O|}{V_{IN} + |V_O|}$$

$$D_{MAX} = \frac{|V_O|}{V_{IN(MIN)} + |V_O|}$$

$$D_{MIN} = \frac{|V_O|}{V_{IN(MAX)} + |V_O|}$$

LT、LTC 和 LT 是凌力尔特公司的注册商标。
所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

正至负转换拓扑结构中的元件应力

V_{MAX} 是晶体管 Q 和二极管 D 两端的最大电压 (图 2), 其中:

$$V_{MAX} = V_{IN(MAX)} + |V_O|$$

流经晶体管 Q、电感器 L 和二极管 D 的最大电流 I_{MAX} 可根据下面的公式来推导 (假设执行的是连续导通模式):

$$I_L = \frac{I_O}{1 - D_{MAX}}, dI = \frac{V_{IN(MIN)} \cdot t \cdot D_{MAX}}{L}, I_{MAX} = I_L + \frac{dI}{2}$$

式中的 t 是一个开关周期。

电路描述

图 4 示出了一个 9V~15V 输入至 -12V/3A 输出转换器。之所以采用高电压 LT3845 有多个原因, 包括其

SW 引脚能够承受 65V 电压, 它集成高压侧驱动器和差分电流检测功能。LT3845 还能够提供同步整流, 从而允许使用高效的 MOSFET 来取代效率较低的开关二极管。

整个转换器电源路径包含 LT3845 高电压 PWM 控制器、MOSFET Q1 和 Q2、电感器 L1、二极管 D1 和输出滤波电容器 $C_{OUT1} \sim C_{OUT3}$ 。二极管 D2 是一个自举二极管, 而二极管 D3 则提供了用于内部 MOSFET 驱动器的偏置电压。

结论

电气工程师常常不得不设计从一个正电压轨供电的负电压电源。本文所讨论的正至负电压转换器能够成为反激式或 SEPIC 方法的一种上佳的替代方案。

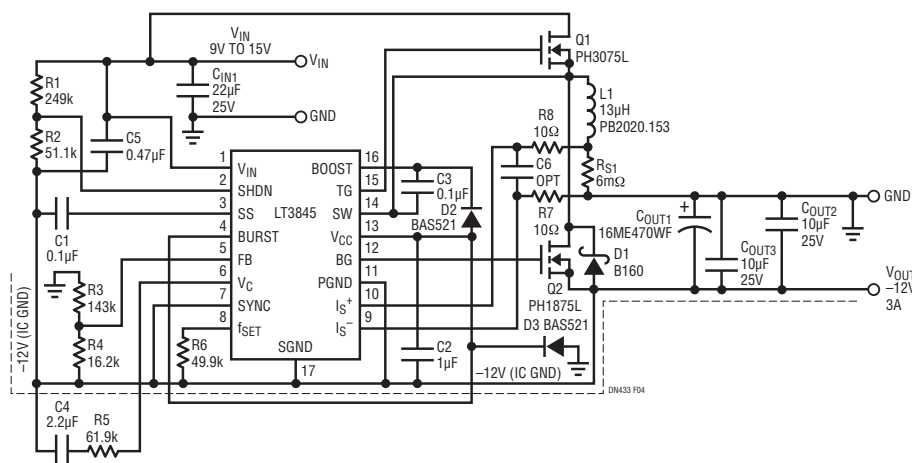


图 4: 基于 LT3845 高电压 PWM 控制器的 9V~15V 输入至 -12V/3A 输出转换

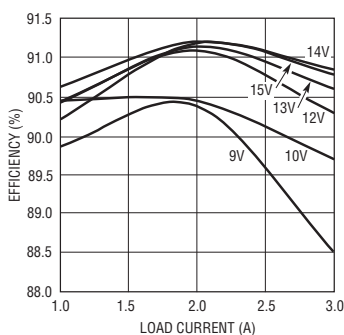


图 5: 图 4 所示电路的效率 (可变输入电压至一个固定的 -12V 输出)



图 6: 针对一个 1A 至 2A 输出负载阶跃的瞬态响应



图 7: 图 4 所示电路的启动波形 ($V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = -12V$, $I_{OUT} = 2A$)

产品手册下载

www.linear.com.cn

如要获得更多资料或技术支持, 请与我们的销售部或当地分销商联络, 也可浏览我们的网址: www.linear.com.cn 或电邮到 info@linear.com.cn

凌力尔技术有限公司
Linear Technology Corp. Ltd.
www.linear.com.cn
香港电话: (852) 2428-0303
北京电话: (86) 10-6801-1080
上海电话: (86) 21-6375-9478
深圳电话: (86) 755-8236-6088

艾睿电子亚太有限公司
Arrow Asia Pac Ltd.
www.arrowasia.com
香港电话: (852) 2484-2484
北京电话: (86) 10-8528-2030
上海电话: (86) 21-2893-2000
深圳电话: (86) 755-8359-2920

骏龙科技有限公司
Cytech Technology Ltd.
www.cytech.com
香港电话: (852) 2375-8866
北京电话: (86) 10-8260-7990
上海电话: (86) 21-6440-1373
深圳电话: (86) 755-2693-5811

泛纳尼克(上海)有限公司
Farnell-Newark InOne
www.farnell-newarkinone.com
香港电话: (852) 2268-9888
北京电话: (86) 10-6238-5152
上海电话: (86) 21-5866-0508

好利顺电子香港有限公司
Nu Horizons Electronics Asia Pte Ltd.
www.nuhorizons.com
香港电话: (852) 3511-9911
北京电话: (86) 10-8225-1376
上海电话: (86) 21-6441-1811
深圳电话: (86) 755-3398-2850

dn433f 0408 52.5K • PRINTED IN CHINA


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2007