

设计要点

业界首款四开关降压-升压型控制器采用单个电感器实现了极高的效率 – 设计要点 369

Wilson Zhou 和 Theo Phillips

引言

DC/DC 转换器最常见的一个问题是生成一个位于宽输入电压范围中央的稳定电压。当输入电压可以高于、低于或等于输出电压时，转换器必须执行降压和升压功能。与需要采用大型变压器的解决方案不同，LTC[®]3780 以最为紧凑和高效的方式满足了这些要求，它所凭借的只是一个现售的电感器和单个电流检测电阻器。

LTC3780 采用一种恒定频率电流模式架构，可在一个 4V 至 30V (最大值为 36V) 的宽输入和输出范围内实现降压、升压和降压/升压模式之间的无缝切换。突发模式 (Burst Mode[®]) 操作和跳周期模式可在轻负载条件下提供高工作效率，而强制连续模式和不连续模式则通过在一个恒定频率上运作以减小输出电压纹波。软起动功能减小了启动期间的输出过冲和涌入电流。过压保护、电流折返和接通时间限制提供了针对故障情况 (包括短路、过压和电感器电流失控) 的防护措施。LTC3780 采用扁平 24 引脚 TSSOP 和 32 引线 5mm x 5mm QFN 封装。

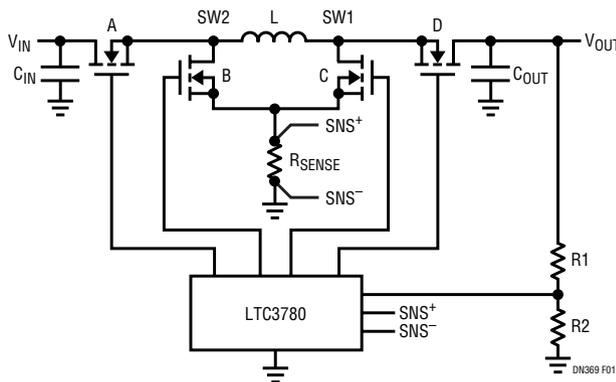


图 1：四开关降压-升压型转换器

高效四开关降压-升压型转换器

图 1 示出了一个简化的 LTC3780 四开关降压-升压型转换器。当 V_{IN} 超过 V_{OUT} 时，LTC3780 工作于降压模式。在该模式中，开关 D 接通而开关 C 关断，开关 A 和 B 将像在一个典型同步降压型稳压器中那样交替接通和关断。反过来，当 V_{IN} 低于 V_{OUT} 时，LTC3780 工作于升压模式。在该模式中，开关 A 接通而同步开关 B 关断，开关 C 和同步开关 D 将像一个典型同步升压型稳压器那样交替接通和关断。

当 V_{IN} 接近 V_{OUT} 时，控制器处于降压-升压模式。开关 A 和 D 在每个周期的大部分时间里处于导通状态。通过电感器以及开关 B-D 和 A-C 在 V_{IN} 与地之间和 V_{OUT} 与地之间形成简短的连接以调节输出电压。在降压-升压模式中，与 SEPIC 转换器以及传统的降压/升压转换器相比，电感器峰至峰电流大幅度减小。图 2 示出了电感器电流和开关节点波形。

低电感器纹波电流以及同步整流器的运用使得 LTC3780 能够在宽 V_{IN} 范围内实现非常高的效

LT[®]、LTC[®]、LT 和 Burst Mode 是凌特公司的注册商标。Easy Drive 是凌特公司的商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

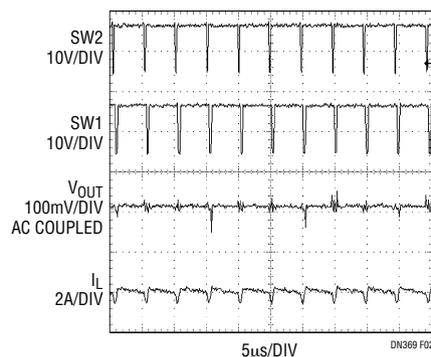


图 2：开关节点和电感器电流波形 ($V_{IN} = V_{OUT} = 12V$)

率。当输入和输出电压均为 12V 时，该四开关降压-升压型控制器在 2A 负载条件下可获得 99% 的效率以及在其 5A 最大负载时获得 98% 的效率 (图 3)。凭借其电流模式控制架构，该转换器拥有了超卓的负载和电压转换响应，从而最大限度地减小了所需的滤波器电容，并简化了环路补偿。因此，仅需要极小的滤波器电容。单检测电阻器结构所产生的功耗微乎其微 (与多电阻器检测电路相比)，并提供了用于短路和过流保护的一致电流信息。

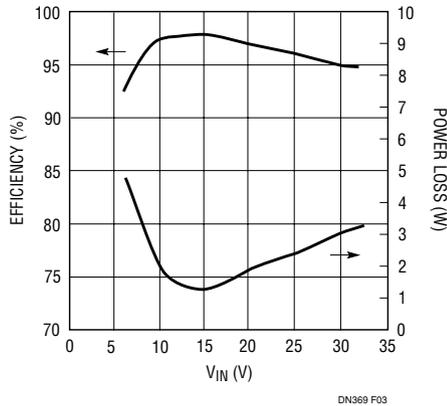


图 3：效率和功率损耗的关系 (V_{OUT} = 12V, I_{LOAD} = 5A)

取代 SEPIC 转换器

这种单电感器型降压-升压方法具有高的功率密度和高效。与耦合电感器 SEPIC 转换器相比，其效率可提高 8%。图 4 给出了 LTC3780 四开关降压-升压型转换器与典型 SEPIC 转换器的效率比较图。请注意，SEPIC 转换器具有一个等于输入电压与输出电压之和的最大开关电压。因此，对于一个给定的最大输入电压，SEPIC 将指定采用一个具有较高 (相比 LTC3780 的要求而言) 电压的外部开关。而且，典型电感器的占板面积约是 SEPIC 变压器的 1/5，体积不足其 1/15，而高度也不到其一半，如图 5 所示。

针对升压操作的保护

基本的升压型稳压器拓扑结构未提供短路保护。当输出被拉至低电平时，会有一个大电流从输入端流至输出端。LTC3780 通过强制转换器进入降压模式

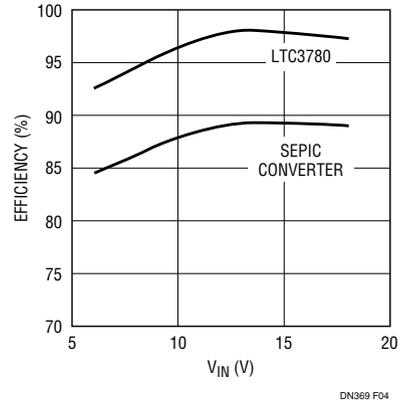


图 4：LTC3780 和 SEPIC 转换器之间的效率比较 (V_{OUT} = 12V, I_{LOAD} = 5A)

并采用电流折返来限制电感器电流以防止该问题，而并没有采取把整个电路关断的做法。

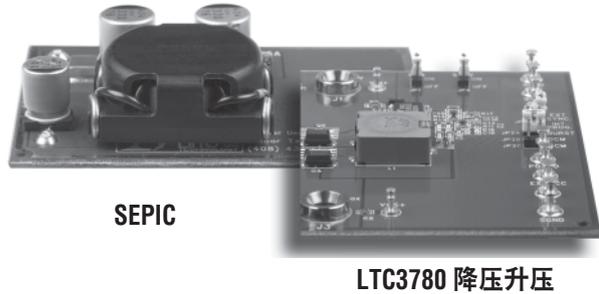


图 5：LTC3780 5A/12V 转换器 (右侧：12.7mm x 12.7mm x 4mm) 与典型 SEPIC (左侧：21mm x 21mm x 10.8mm) 的电感器尺寸比较

简化

对于某些需要低电流或不需要吸收电流的应用，可采用一个肖特基二极管来替代开关 D。这种简化的拓扑结构将导致效率下降约 2%。

结论

LTC3780 是一款恒定频率电流模式降压-升压型开关稳压控制器，允许输入电压高于、低于或等于输出电压。其高效、高功率密度和单电感器型拓扑结构使得该产品成为汽车、电信、医疗和电池供电型系统的理想选择。

产品手册下载

<http://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-tech.com.hk

凌特有限公司
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

科汇裕利
Memec Unique
www.unique-ap.com.cn

香港电话：(852) 2410-2778
北京电话：(86) 10-8519-1866
上海电话：(86) 21-6123-4671
深圳电话：(86) 755-8366-4329

dn369f 0905 119.9K • PRINTED IN CHINA


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2005