

卡车、汽车和重型设备必须具备坚固的电源转换

Bruce Haug
(凌力尔特公司)

卡车、汽车和重型设备环境对任何类型的电源转换器件要求都是非常苛刻的。宽工作电压范围加之很大的瞬态电压和宽温度变化范围,所有这些因素使可靠的电子系统设计变得非常有挑战性。使设计时须考虑的因素更加复杂的是,有些应用要求将电源转换器件安装在引擎罩内,因而要求很高的温度额定值。同时,由于电子组件数量不断增加,所以可用空间也在不断缩小,从而由于空间限制而使高效率转换变得至关重要了。

因此,可靠的卡车 DC/DC 开关稳压器需要在很宽的输入电压范围内工作。60 V 输入额定值针对标称 12 V 系统提供了良好的裕度,这类系统一般箝位在 36 V 至 40 V 范围内。卡车和重型设备环境中常见的双电池应用甚至需要更高的工作电压,因为其电池电压的标称值为 24 V。这类设备环境大多数箝位到 58 V,因此 60 V 额定值通常就够了。卡车和汽车需要内置过压箝位,以限制由起动电动机的感性回踢电压引起的最高瞬态电压,如果不加以箝位,这会导致高得多的瞬态电压。

有几种电子系统甚至在车辆电动机停止运转时依然需要连续供电,例如遥控无钥匙进入、GPS 和安防系统。对于这类“始终保持接通”系统而言,使用具低静态电流的 DC/DC 转换器至关重要,因为这样可以在休眠模式时最大限度延长电池运行时间。在这类环境中,稳压器以正常的连续开关模式运行,直

至输出电流降至低于 30 mA 至 50 mA 左右的预定门限为止。低于这个门限值以后,开关稳压器必须进入静态电流更低的工作模式,以将所吸取的电流降至数十微安,从而降低从电池吸取的功率,这反过来会延长电池运行时间。

当 60 V 输入、高降压比 DC/DC 转换器供不应求时,设计师求助于基于变压器的拓扑或外部高压侧驱动器,以在高达 60 V 时工作。还有一些设计师使用中间总线转换器,因此需要额外的电源级。这两种方法都增加了设计的复杂性,而且在大多数情况下,均降低了总体效率。不过,凌力尔特公司 60 V 输入降压型开关稳压器控制器系列不断扩展, LTC3892 就是该系列的最新器件,该器件解决了上述卡车和汽车应用中的很多关键问题。图 1 显示了用在某应用中的 LTC3892,该器件将 4.5 V 至 60 V 输入转换成 3.5 V / 5 A 和 8.5 V / 3 A 输出。

LTC3892 / LTC3892-1 是高压双输出同步降压型 DC/DC 控制器,当一个输出有效时,仅吸取 29 μ A 电流,当两个输出都启动时,吸取 34 μ A 电流。4.5 V 至 60 V 输入电源电压范围用来针对高压瞬态提供保护,可确保在汽车冷车发动、负载突降时连续工作,并适合多种输入电源和电池化学组成。在输出电流超过 20 A、效率高达 96% 的情况下,每个输出都可以设定在 0.8 V 至 99% V_{IN} 之间,从而使该器件非常适合 12 V 或 24 V 卡车、汽车以及重型设

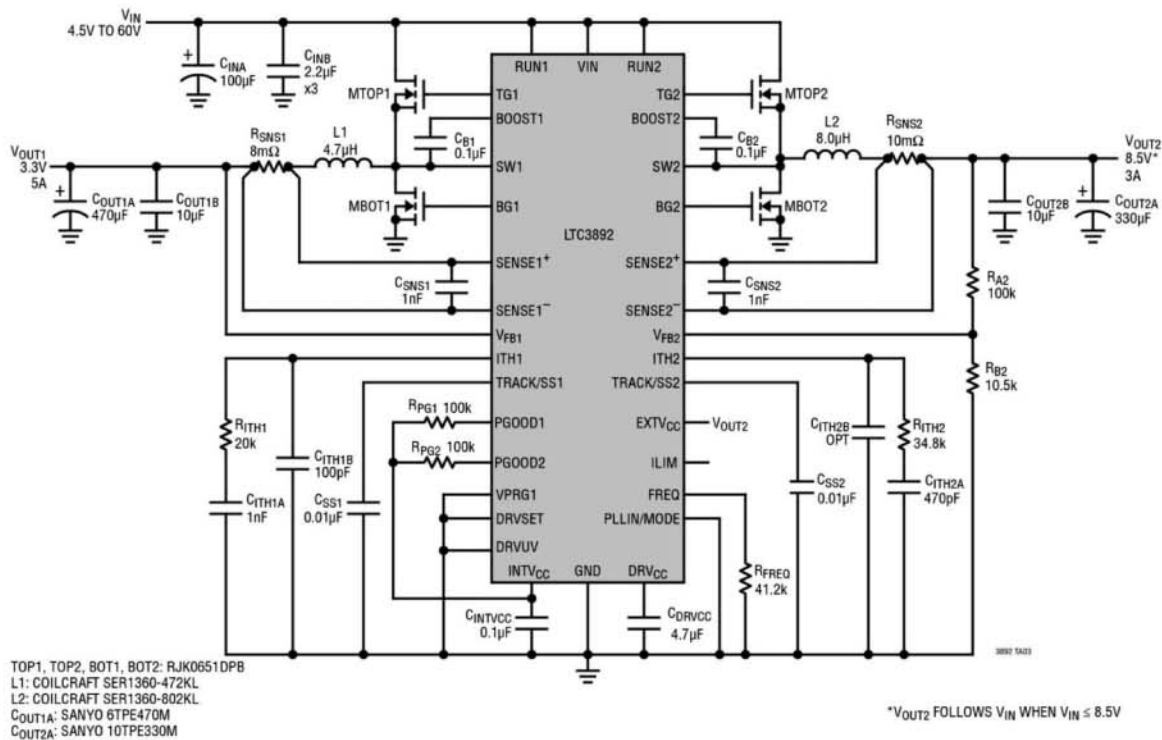


图1 LTC3892 原理图, 4.5V 至 60V 输入转换至 8.5V/3A 和 3.3V/5A 输出 (当 $V_{IN} \leq 8.5V$ 时, V_{OUT2} 跟随 V_{IN})

备用。

LTC3892 / LTC3892-1 以 50 kHz 至 900 kHz 的可选固定频率工作, 还可同步至一个 75 kHz 至 850 kHz 的外部时钟。在轻负载时, 用户可以选择以连续工作、脉冲跳跃和低纹波突发模式 (Burst Mode®) 工作。LTC3892 / LTC3892-1 的两相工作降低了输入滤波和电容要求。其电流模式架构提供了非常容易的环路补偿、快速瞬态响应、固定频率工作、卓越的电压调节, 还允许用并联相位非常容易地实现均流以增大电流。输出电流检测通过测量输出电感器 (DCR) 两端的压降完成, 以实现最高效率, 或者通过使用一个可选检测电阻器完成, 以实现高准确度。

LTC3892 是全功能版本, 与 LTC3892-1 不同。LTC3892 提供两个电源良好信号、可调电流门限以及固定的 3.3 V 或 5 V 输出电压选项。LTC3892 采用 5 mm x 5 mm QFN-32 封装, LTC3892-1 则采用 TSSOP-28 封装。共有 4 种温度级版本, 扩展和工业温度级版本在 -40℃ 至 125℃ 温度范围工作, 高温汽车级版本的工作温度范围为 -40℃ 至 150℃, 军用级版本在 -55℃ 至 150℃ 温度范围内工作有

保证。

突发模式工作

在低负载电流条件下, 可启用 LTC3892 / LTC3892-1 以进入高效率突发模式 (Burst Mode) 操作、恒定频率脉冲跳跃、或强制连续导通模式。当配置为执行突发模式操作并处于某种轻负载条件时, 转换器将突然放出少量的脉冲以保持输出电容器上的充电电压。其随后关闭转换器并进入睡眠模式, 此时其大部分的内部电路均被关断。输出电容器负责提供负载电流, 当输出电容器两端的电压降至一个设定电平时, 转换器重新运行并提供更多的电流以补充充电电压。关断和关闭其大多数内部电路的举措极大地减小了静态电流, 从而有助于延长那些在系统不运行时始终保持接通之系统中的电池运行时间。图 2 示出了说明其工作原理的概念时序图。

突发模式输出纹波不受负载影响, 因此仅休眠时间间隔的长度会变化。在休眠模式, 除了需要快速响应的关键电路, 大部分内部电路都关断, 从而进

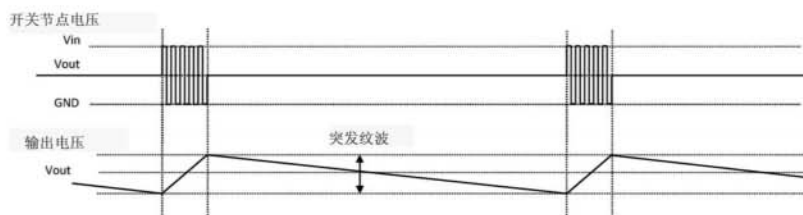


图2 LTC3892/LTC3892-1 突发模式工作时的电压图

一步降低了静态电流。当输出电压降至足够低时，休眠信号变低，控制器通过接通顶端外部 MOSFET，恢复正常突发模式工作。另外，还有一些情况下，用户希望在轻负载电流时以强制连续或恒定频率脉冲跳跃模式工作。这两种模式都能够非常容易地配置，但是会有较大的静态电流和较低的峰值至峰值输出纹波。

此外，在强制连续工作模式或由外部时钟源提供时钟时，允许电感器电流在轻负载或在大瞬态情况下反向。连续工作的优势是输出电压纹波较低，但是产生较大的静态电流。

特点

每个通道都有一个过压比较器，以针对瞬态过冲以及其他可能使输出过压的更严重情况提供保护。当 VFB1、2 引脚上升至比其 0.800V 稳定点高 10% 以上时，顶部 MOSFET 断开，底部 MOSFET 接通，直到过压情况清除为止。快速、准确的过流限制保护功能在高压电源中是必不可少的。当输出电压降至低于其标称值 70% 的时候，折返电流限制启动，与过流或短路情况的严重程度成比例地逐步降低峰值电流限制。

MOSFET 驱动器及效率

LTC3892/LTC3892-1 有强大的 1.1Ω 内置 N 沟道 MOSFET 栅极驱动器，以最大限度减少转换时间和开关损耗。栅极驱动电压可在 5V 至 10V 范围内设定，以允许使用逻辑或标准电平 N 沟道 MOSFET 来最大限度提高效率。由于有很大的驱动电流可用，

所以可以驱动多个并联的 MOSFET，以适合电流更大的应用。

图 3 中 LTC3892 效率曲线是具 12V 输入电压的图 1 原理图的典型效率曲线。如图所示，8.5V 输出产生达 98% 的非常高效率。3.3V 时效率也超过 90%。此外，这个设计在每个输出具 1mA 负载时效率仍然超过 75%。效率高的原因是采用了突发模式工作。

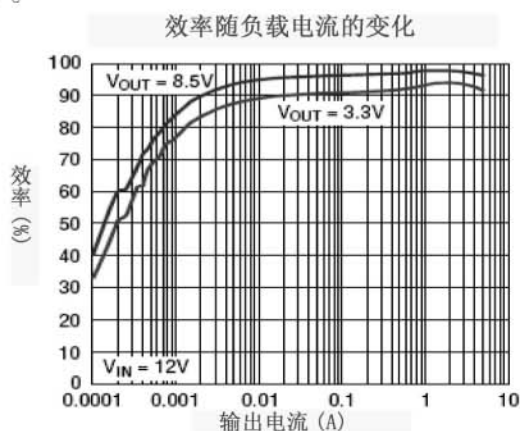


图3 12V 输入、8.5V 和 3.3V 输出时 LTC3892 的效率曲线

快速瞬态响应

LTC3892 采用一个快速 25MHz 带宽工作的放大器实现电压反馈。该放大器的大带宽加上高开关频率和低电感值的电感器，允许增益非常高的交叉频率。这允许补偿网络为速度非常快的负载瞬态响应而优化。图 4 说明了 4A 阶跃负载在 3.3V 输出时的瞬态响应，与标称值的偏离不到 100mV。

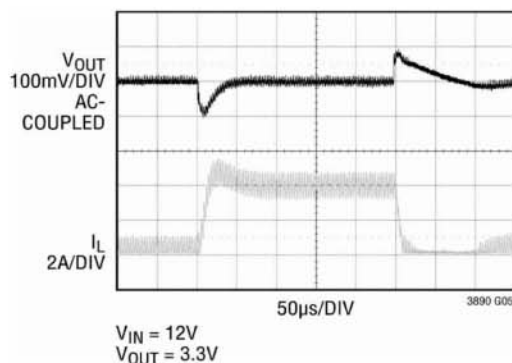


图4 图1所示 LTC3892 在 3.3VOUT/12VIN 时的瞬态响应曲线



结论

对于在要求苛刻的高压瞬态环境中必须安全和高效地工作的情况,LTC3892 / LTC3892-1 带来了新的性能水平。强大的可调栅极驱动电压可灵活驱动逻辑或标准电平 MOSFET。其低静态电流在休眠模式时节省了电池能量,从而可延长电池运行时间,这在始终保持接通的总线系统中是一个非常有用的特

性。最大值为 60 V 的输入电压、快速瞬态响应和高温级版本使 LTC3892 / LTC3892-1 成为卡车、重型设备以及汽车应用的出色选择。因此,系统设计师现在有了满足其 DC/DC 转换需求的最佳选择。

作者简介

Bruce Haug,凌力尔特公司,高级产品市场工程师。