

下一代路由器和交换机平台 需要灵活的 DC/DC 控制器

Bruce Haug

(凌力尔特公司 电源产品部)

背景信息

下一代路由器和交换机越来越复杂,而且要有较强的可扩展能力,这给电源制造商带来了压力,要求他们提高效率,减小解决方案体积,提供灵活的解决方案,以在多种平台上扩展应用。系统设计师经常会具有某一基本架构的几种变型,从而使他们能够提供各具不同特性集的高端、中端和低端系统。可根据系统需要增添、移除或调整大小的器件类型示例包括:内容可寻址存储器(CAM)、三元内容可寻址存储器(TCAM)、专用集成电路(ASIC)、全定制硅芯片和现场可编程门阵列(FPGA)。

CAM 通常被描述为与随机访问存储器(RAM)完全不同。要读取 RAM 中的数据时,操作系统必须提供数据所在的存储器地址。存储在 CAM 中的数据则可通过查询内容本身来访问,存储器读取能够找到数据的地址。由于其并行本质,CAM 要比 RAM 快很多。但是,这会消耗很大的功率,产生较多的热量。CAM 非常昂贵,因此,一般不用在 PC 中。即使是路由器供应商有时候也会非常节俭,转而选择实现基于高级软件的搜索算法。网络处理设备中会使用 CAM,包括 Intel IXP 卡和各种路由器或交换机。最常实现的 CAM 被称之为二元 CAM。它们只搜索 1 和 0。可以确定的是以千兆位线速率转发以太网帧

的任何交换功能都使用了 CAM 进行查找。如果他们使用 RAM,操作系统则不得不记住存储任何内容的地址。而采用 CAM,操作系统可以在一次操作中找到自己所需要的。

TCAM 是一种特殊类型的高速存储器,在一个时钟周期中搜索所有内容。“三元”这个术语指的是存储器使用三种不同的输入(0、1 和 X)来存储和查询数据的能力。常被称为“随意”或“通配符”状态的“X”输入使得 TCAM 能够完成基于图形匹配的更广泛搜索,这与二元 CAM 截然相反,后者执行的是仅采用 0 和 1 的精确匹配搜索。路由器可以在这些 TCAM 中存储完整的路由表,能够非常快速地进行查找。TCAM 提高了查找速度,也增强了数据包分类和数据包转发能力,但是功耗比 CAM 高。CAM 和 TCAM 都需要非常精确的设置点,有严格的电压瞬变要求,这对于电源设计师而言是很大的挑战。

ASIC 是另一种可以用在路由器和交换机中的器件,这种集成电路(IC)能够针对某种应用进行定制,而不是面向通用应用。新式 ASIC 常常包含整个微处理器、内存块(包括 ROM、RAM、EEPROM、闪存)及其他大型单元式部件。这样的 ASIC 通常被称为 SoC(片内系统),而且此类 ASIC 会需要几百安培的电流和介于 0.8 V 至 1.2 V 范围内的电压。采用 TCAM 和 CAM,设置点准确度和瞬变响

应对于这些解决方案的整体性能非常关键。小解决方案尺寸和优异的电流控制功能也是电源设计师的关键要求。

FPGA 是用于路由器和交换机的另一类器件,是一种可以进行编程的集成电路。FPGA 用在特殊系统设计中,支持用户对微处理器进行定制以满足他们自己独特的需求。这类器件有多路电压输入,其内核电源要求提供一百安培以上的电流。

可扩展能力

分配给某一路由器的 CAM 和 TCAM 数量取决于网络公司怎样定位他们的产品——是低端、中端还是高端路由器。较昂贵的路由器通常会有足够的 CAM 和 TCAM,以便实现最高速度、最快查找和最大的吞吐量。但是,某些客户不愿意购买高端路由器,除非他们认为增加额外的成本是合理的。因此,需求是要求能够提供具有不同级别功能的多种平台,如果有可以用于不同功率电平而且有多路输出的 DC/DC 转换器来支持多种平台将会非常方便。

现有的解决方案一般能够提供多相设计,但是只有一路或者两路输出。如果有两路以上的大电流负载,用户会求助于使用多个控制器,这增加了解决方案的尺寸、设计复杂度和成本。此外,某些现有的电源解决方案需要一种与标准 DrMOS 或电源模块(power block)器件不兼容的专用功率链路器件。凌力尔特公司的 LTC7851/-1 控制器满足了对跨多个平台灵活性的需求,这些平台要求提供同时支持大电流输出和高密度多路输出负载点的解决方案。

可扩展的解决方案

LTC7851/-1 是一款多相同步电压模式降压控制器,支持用户灵活地从一路、两路、三路或者四路输出中进行选择,根据所选择的外部元器件,能够为每路输出提供高达 40A 电流。作为一个实例,所有 4 相可以组合在一起为内核电源提供 160A,或者提

供支持系统电源以及 ASIC 各种 I/O 电源轨的 4 路独立输出。LTC7851/-1 采用 DrMOS、电源模块(Power Block)以及分立型 N 沟道 MOSFET 和用于功率链路器件的相关栅极驱动器一起工作,从而实现了灵活的设计配置。采用两个 IC 时,最多可把 8 相并联以及进行异相计时,以最大限度地减少针对非常高电流要求(超过 260A)的输入和输出滤波。采用三个 IC 时,通过使用一个外部时钟芯片(例如:LTC6902)可对多达 12 相进行 30° 异相计时。

而且,当并联时,LTC7851/-1 的内部辅助均流环路可使相位之间的电流达到均衡,从而能够跨多颗 IC 在相位间实现准确的均流,在稳态和瞬变过程中皆是如此。它采用了 3 V 至 5.5 V 的 V_{CC} 供电电压工作,设计用于对 3 V 至 27 V 的输入电压进行降压转换,产生 0.6 V 至 5 V 的 1 至 4 路独立输出电压。器件的电压模式控制架构允许 250 kHz 至 2.25 MHz 的可选固定工作频率,也可以同步至一个同样范围的外部时钟。通过监视输出电感器(DCR)两端的压降可检测输出电流,从而提高了效率,也可以使用低阻值检测电阻器检测输出电流。内置差分放大器在所有输出上提供了真正的远程输出电压检测功能,实现了高准确度的调节功能。

LTC7851/-1 与 LTC7851 相似,只是前者具有较低的电流检测放大器增益,因而非常适合于采用具内部电流检测能力的 DrMOS 的功率链路应用。针对每相的其他特点包括电流监视、可调电流限值、可编程软起动或跟踪、以及个别的电源良好信号。此外,它还能在一个 -20℃ 至 85℃ 的工作温度范围内保持 $\pm 0.75\%$ 的输出电压准确度,并采用 58 引脚 5 mm × 9 mm QFN 封装。应该认识到,精心设计的准确基准能够极大地减少满足当今定制硅芯片和 ASIC 之瞬态响应所需的体输出电容量。图 1 示出了采用 DrMOS 作为功率链路器件以把一个 7 V 至 14 V 输入转换为一个 1.2 V / 120 A 输出的简化原理图。

效率

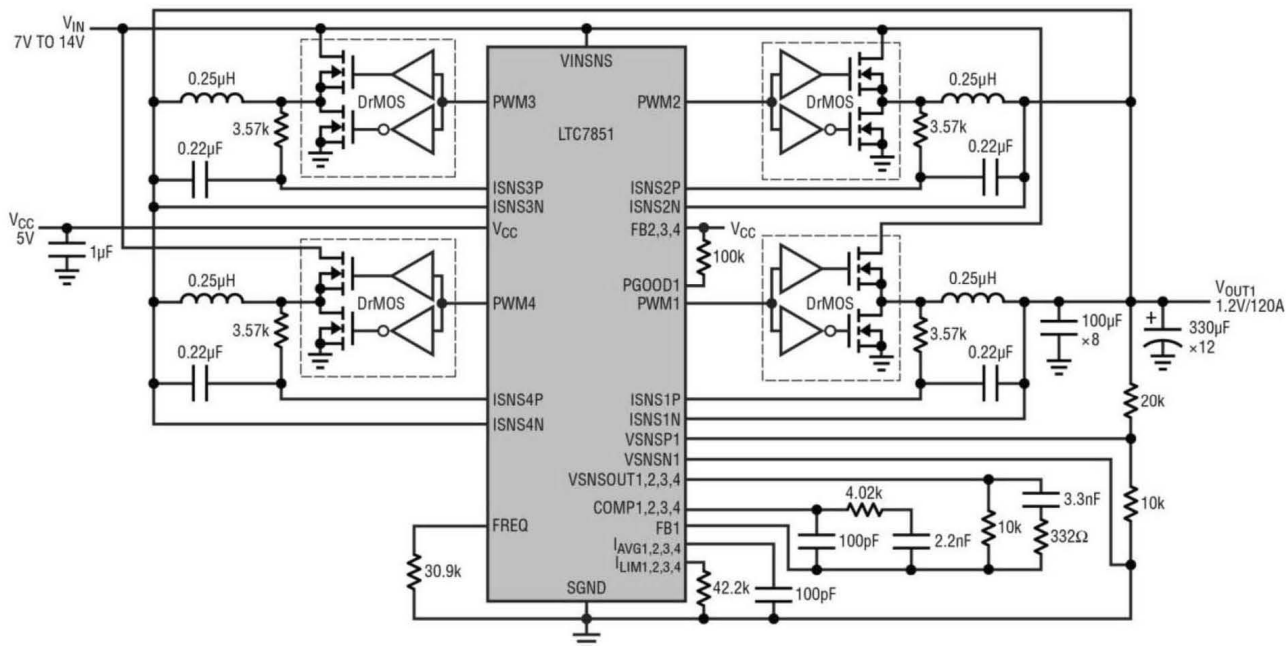


图 1 LTC7851 简化原理图,实现了 1.2V/120A 单输出

图 2 中的 LTC7851 效率曲线表示了图 1 电流原理图,显示了具有高达 120 A 输出电流的 7 V、12 V 和 14 V 输入电压。可以实现高达 94.5% 的效率。

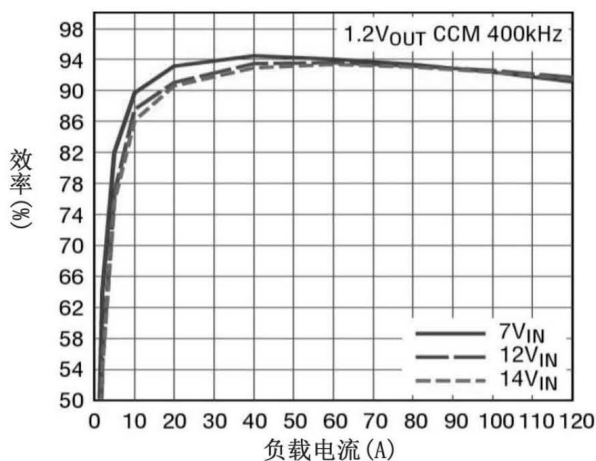


图 2 LTC7851 在 7V、12V 和 14V 输入至 1.2V/120A 单输出时的效率曲线

电流平衡

当把多个 LTC7851/-1 的通道并联以驱动一个公共负载时,准确的输出均流对于实现最佳性能和效率是必不可少的。否则,倘若某个电路级提供的

电流多于另一个电路级,则这两个电路级之间的温度将是不同的,而且这有可能转化为较高的开关 $R_{DS(ON)}$ 、较低效率和较高的 RMS 纹波。这里,即使是少量的失配也会极大地减少多相设计中的可用总功率。利用 LTC7851 严谨的均流规格,设计师将能从当今的 DrMOS 器件提取最大的输出电流。

对于单输出多相应用,LTC7851/-1 内置了一个辅助均流环路,在该环路中每个周期对电感器电流进行采样。主控制器的电流检测放大器输出在 I_{AVC} 引脚上取平均。一个连接在 I_{AVC} 和 GND 之间的小电容器 (通常为 100pF) 负责存储一个与主控制器的瞬时平均电流对应的电压。主控制器相位和受控器相位 I_{AVC} 引脚连接在一起,而且每个受控器相位对其电流与主控制器之间的差异进行积分。在每相内,积分器输出与系统误差放大器电压 (COMP) 进行按比例求和,并调节该相位的占空比以均衡电流。当多颗 IC 采取菊链式连接时, I_{AVC} 引脚连接在一起,从而导致一个大约 2% 至 3% 的电流失衡。图 3 示出了四相中每相的电感器电流检测电压与负载电流的关系曲线,以及它们在整个负载范围内所达到的平衡水平。

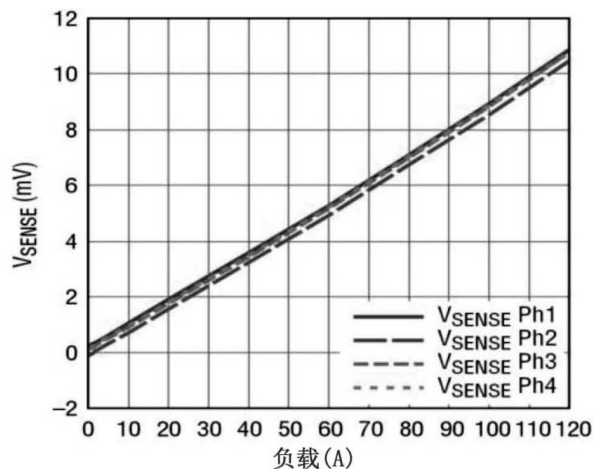


图3 单路 1.2V/120A 输出的四相电流平衡

多相工作

可对多达 12 相进行菊链式连接以彼此异相地同时运行。多相电源减小了输入和输出电容器中的纹波电流，因而与采用单相替代方案相比显著地降低了 EMI 和滤波要求。RMS 输入纹波电流除以所用相位的总数，而有效纹波频率则乘以所用相位的总数。另外，输出纹波幅度也降低了所实现之相位数的倍数。如图 4 所示，针对 3、4、8 或 12 相运作来连接多个器件是十分容易的。

当在单输出、多相应用中使用 LTC7851/-1 时，

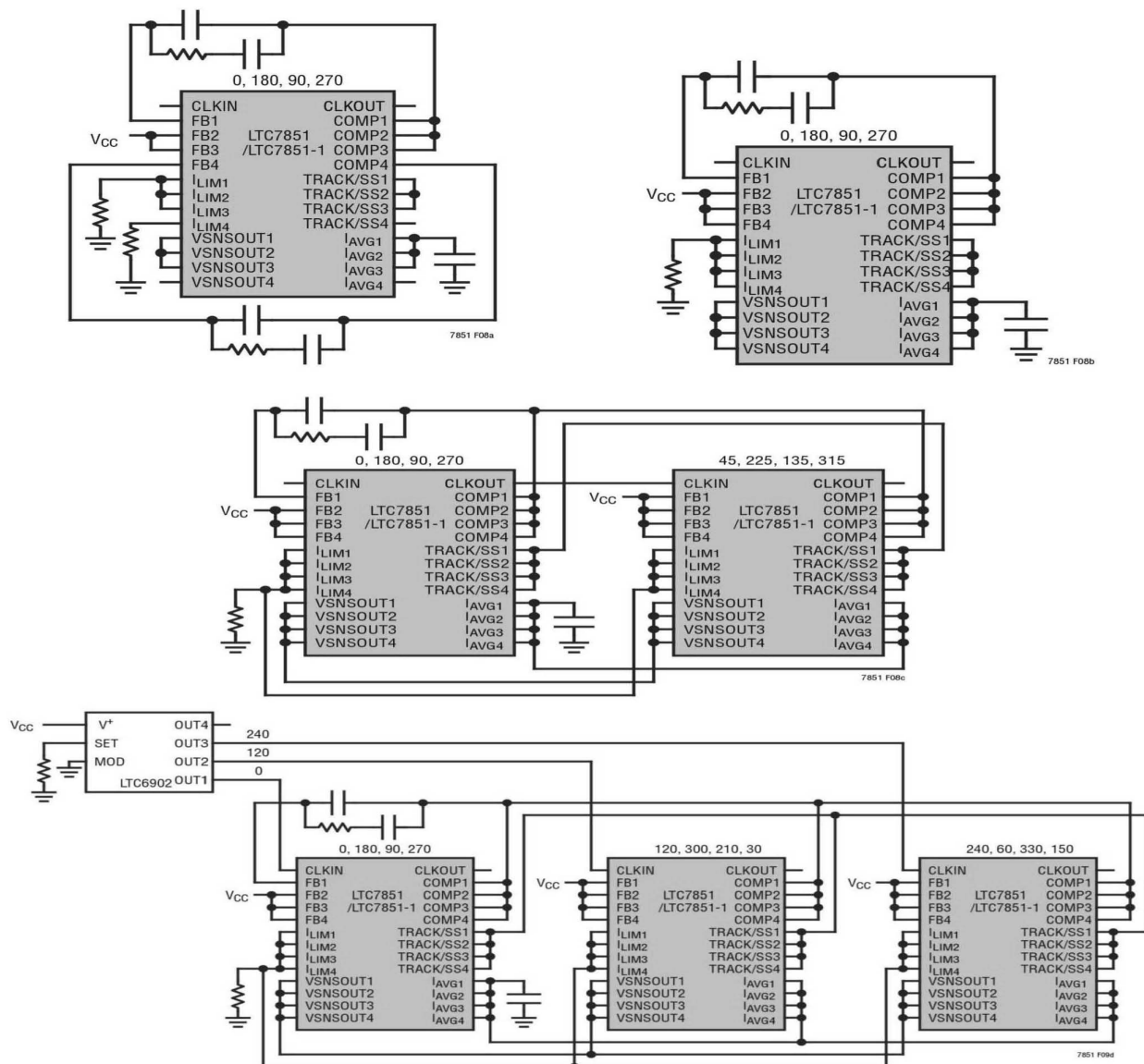


图4 LTC7851 多相配置

受控器误差放大器必须通过把其 FB 引脚连接至 V_{CC} 来停用。应仅使用一个连接至 SGND 的电阻器把所有的电流限值均设定为相同的数值。CLKOUT 信号可连接至随后的 LTC7851/-1 电路级的 CLKIN 引脚,以对齐整个系统的频率和相位。

结论

路由器和交换机设计越来越复杂,电源系统设计师现在可以使用适用于多个平台的一个 DC/DC 控制器来建立不同功率级的设计。使用功率链路中的 DrMOS 或者电源模块 (power block),从 1 到 12 相中进行选择,而且每相高达 40 A,这使得 LTC7851/-1 能够为当今要求最严格的通信和网络产品提供非常灵活的解决方案。