

使用多功能相位扩展器 翻倍提高升压转换器的功率

Victor Khasiev, 高级应用工程师

简介

工程界普遍认为, 当升压转换器必须提供高输出电压、在低输入电压下工作、提供高升压比或支持高负载电流时, 需使用多相位功能。相比单相设计, 多相位升压设计有多项优势, 包括: 提高效率、改善瞬态响应, 以及降低输入和输出电容值 (因为电感纹波电流, 以及输入和输出电容中的纹波电流降低), 使得整个升压转换器动力系统组件上的热应力降低。

设计多相位升压转换器时, 简单之处在于连接输入电源和输出电轨, 以减小输入/输出滤波器的尺寸, 并且降低其成本。难点则在于连接误差放大器的输出和相位控制器的反馈引脚, 以确保实现平衡均流和正确的相位同步。这两种信号对噪声极其敏感, 即使采用非常精细的布局, 也会受到升压转换器应用中典型的尖峰电流和电压变化影响。一些升压控制器具备多相位功能, 可以解决此问题, 但很多都没有。

对于没有多相位电路的控制器, **LT8551**多相位升压转换器相位扩展器可以和主控制器的开关组件一同工作, 并检测其状态, 以此解决该问题。LT8551可以复制其功能, 测量主控制器的电感电流, 并调整每个附加相位中的电感电流。

LT8551提供高输入/输出电压 (高达80 V), 能够构建高功率升压转换器 (包括提供双向电流的转换器), 因此非常适合汽车和工业应用。

转换器的功能

图1和图2显示基于LT8551相位扩展器的完整解决方案。为了说明其功能, 将该相位扩展器U1分为三个子电路: U1.1、U1.2和U1.3。接口U1.1与主控制器U2和任何外部信号通信。功率级U1.2和U1.3实施真实的功率转换, 并管控MOSFET开关。图1和图2所示U1的这三个部分都集成在LT8551控制器中。

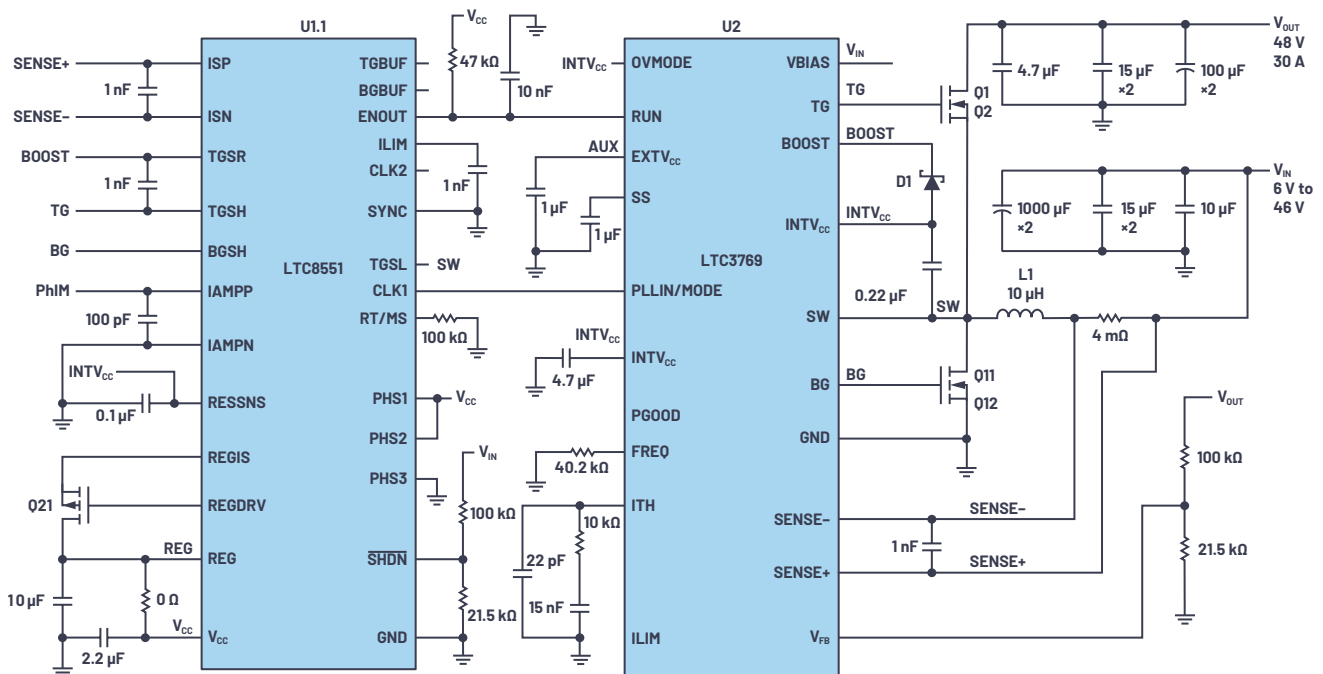


图1. LT8551相位扩展器U1.1连接至主控制器U2的接口。该解决方案的四个附加 (扩展) 电源相位如图2所示。

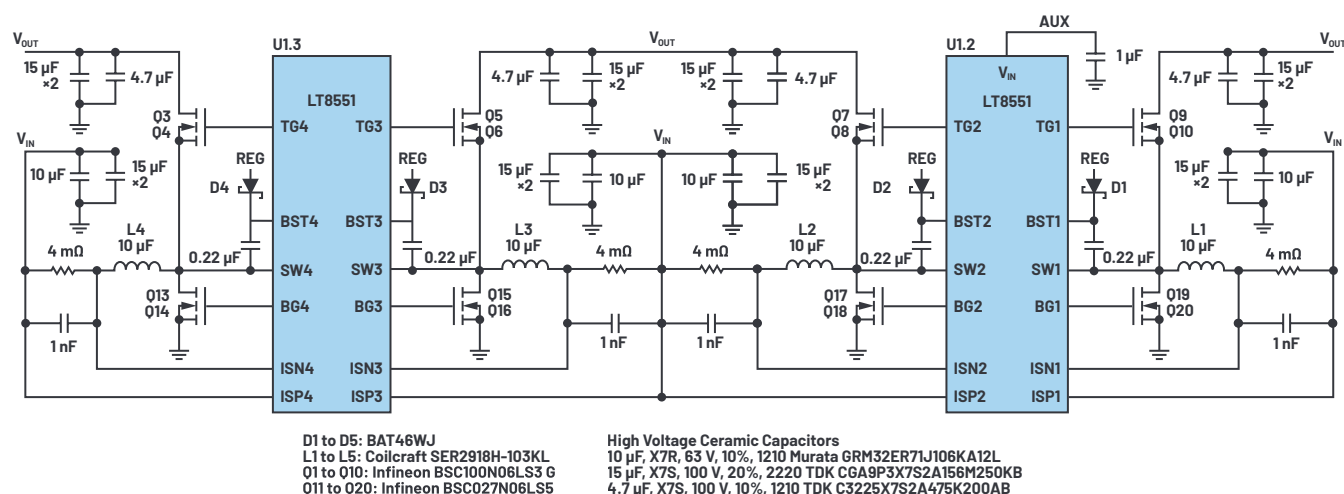


图2. LT8551电源部分U1.2和U1.3的电路原理图。LT8551连接至主升压控制器的接口如图1所示。
 $V_{IN} = 6\text{ V}$ 至 46 V , $V_{OUT} = 48\text{ V}$ (30 A时)。

主控制器U2检测流经FB引脚的输出电压。它还通过将ITH引脚当做误差放大器的输出来完善峰值电流模式控制功能。所有高阻抗电路（关闭FB引脚）和噪声敏感型组件（关闭ITH引脚）都紧邻U2，且不与外部组件连接。使用这种方法，可以实现紧凑且防噪声的布局。

LT8551并未使用典型的反馈和误差放大器信号来扩展相位，而是使用繁杂（但更坚固）的开关状态检测方案。子电路U1.1利用栅极驱动电压的可靠信号BG和TG，以及主控制器的开关节点信号SW来管控由U1.2和U1.3驱动的动力系统构成的四个相位。控制器U1负责均衡所有相位（扩展器和主控制器）之间的电感电流。这是通过测量每个通道的输出电流来完成的（通过对应的电流检测ISP_x、ISN_x引脚，以及连接至U2的SENSE+和SENSE-的ISP和ISN端口）。INTV_{CC}和自举电压(BOOST)信号也被纳入控制方程。

图1和图2所示的原理图显示了最多具有五个相位的升压转换器的简化配置。LT8551可用于将几乎所有单相位升压控制器扩展至最多具有18个相位，且相应成倍增加其输出功率。在超过五个相位的配置中，一个LT8551作为主控制器，其他的LT8551控制器则作为从控制器。主控制器的CLK1信号与主从控制器同步，CLK2信号则定义后续相位的相位角度，最多可达18个独有角度。18个相位的限制不一定会限制通道的数量，如果通道可以共用相同的相位角度，那么电源相位的数量也基本不受限制。

图1和图2所示的动力系统配置包括N通道功率MOSFET Q1至Q20、电感L1至L5，以及输入和输出滤波器。转换器的效率如图3所示，最大输出电流为30 A，输出电压 $V_{OUT} = 48\text{ V}$ ，输入电压 $V_{IN} = 24\text{ V}$ 。负载电流应降低至低于 V_{IN} ，以限制输入电流和热应力。负载电流降额曲线如图4所示。LT8551包含内部电感电流平衡电路，在相位之间提供出色的均流，从±6%至±10%（最大值）。

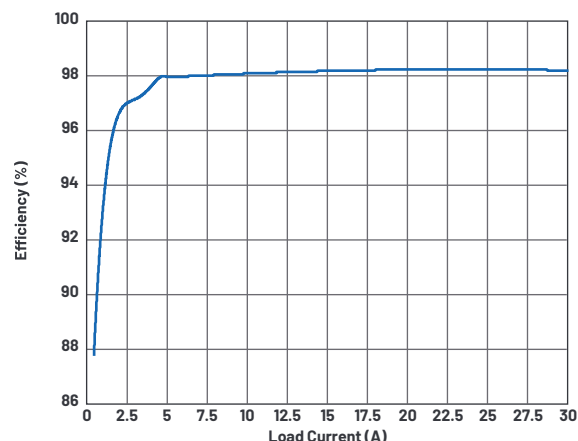


图3. 在对流冷却（无空气流动）情况下， $V_{IN} = 24\text{ V}$ 时的转换器效率。

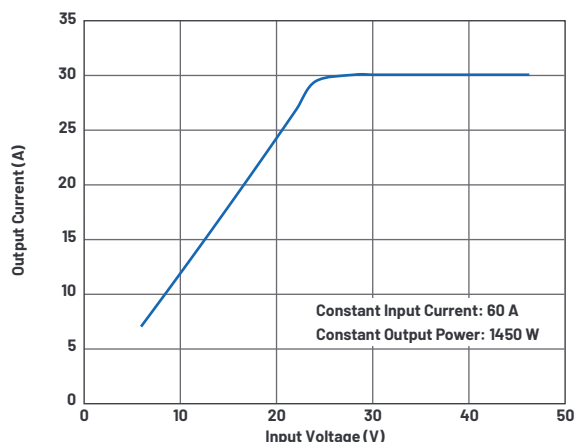


图4. 转换器输入电压与负载电流降额曲线。

为了降低两个控制器的热应力，尤其是在更高电压下，需使用辅助电源(AUX)。一种解决方案如LT8551的示意图所示。

图5所示为DC2896A-B评估电路图片，包含指定的主相位和扩展相位。扩展相位的热影像如图6所示。

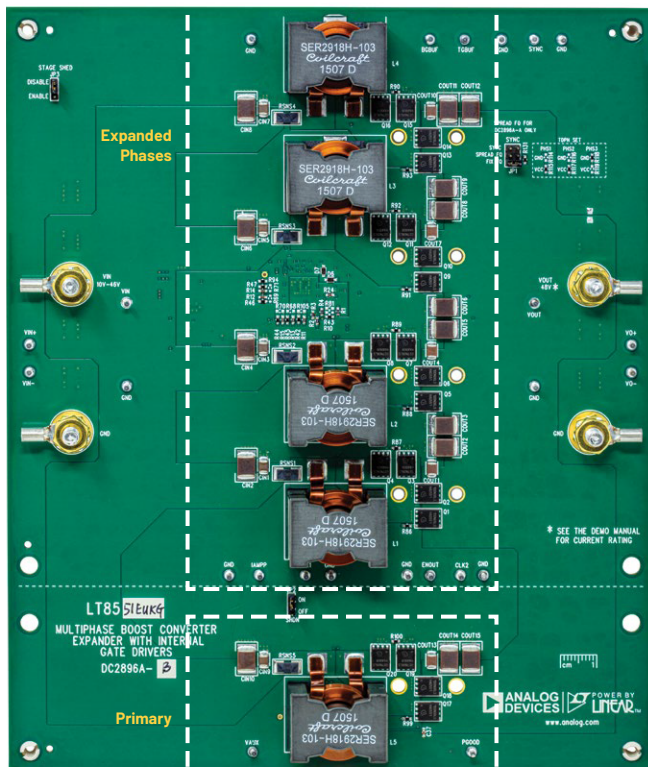


图5. 基于LT8551的演示电路DC2896A-B。

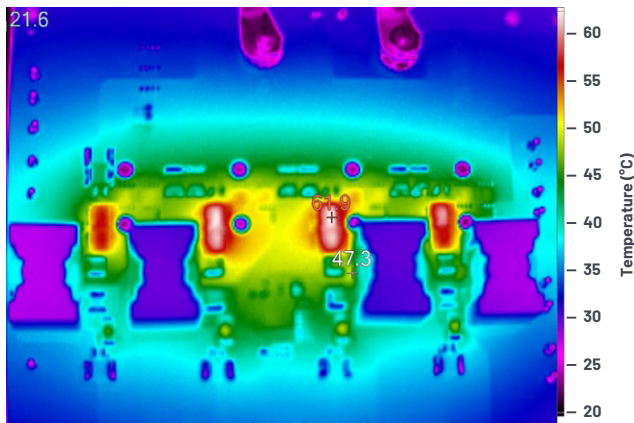


图6. 在对流冷却（无空气流动）情况下，基于LT8551的演示电路的热影像。25 A时， $V_{IN} = 24\text{ V}$ ， $V_{OUT} = 48\text{ V}$ 。

结论

LT8551相位扩展器为电源设计人员提供灵活工具，通过扩展开关相位来构建高功率、高效率的升压转换器，直到达到所需的功率限值。高频率（高达1 MHz）有助于最小化电源组件的尺寸，集成式栅极驱动器，以及精确的电感电流监测和均衡则可以防止出现饱和，并在板表面均匀散热。

作者简介

Victor Khasiev是ADI公司的高级应用工程师，在AC/DC和DC/DC转换的电力电子领域拥有丰富的经验。他拥有两项专利，并撰写了多篇文章。这些文章涉及ADI半导体器件在汽车和工业应用中的使用，涵盖了升压、降压、SEPIC、正-负、负-负、反激式、正激式转换器和双向备用电源。他持有高效功率因数校正解决方案和先进的栅极驱动器相关专利。Victor乐于为ADI公司客户提供技术支持解答有关ADI产品、电源原理图设计和验证、印刷电路板布局、故障排查以及最终系统测试的问题。联系方式：victor.khasiev@analog.com。

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

