

5 V至140 V宽输入产生12 V、200 mA偏置电源

Victor Khasiev, 高级应用工程师

简介

现代汽车和工业系统需要稳定的电压源,即使系统输入电压从一个极端变到另一个极端,电压源也须保持稳定。在汽车系统中,冷启动、动态燃油管理系统中的气缸停用/激活或发动机负载显著改变可能会导致输入电压发生明显变化。同样,在工业应用中,线路电压不足是一个问题,大功率设备的电机开启会导致输入电压严重下降。

即便电源转换系统无法在低压输入下为负载提供所需全部功率,但无论输入电压电平如何,这些系统中的许多系统都必须保持运行状态。例如,广泛使用的高压升压和降压转换器采用具有标准栅极电平的高压MOSFET。当输入下降时,偏置电压应保持在10 V以上,以使栅极驱动器维持正常工作。无论输入条件如何,关键的数字控制和信息系统都应具有偏置电压并保持运作。

本文介绍在源电压为5 V至140 V的电气系统中维持偏置电压的解决方案。

电路描述及功能

如果预计输入电压不会降至所需的偏置电平以下,并且设计目标是使用外部偏置电源来最大程度地降低开关控制器的功耗,那么可以采用简单的降压转换器。

图1显示了这种方法。解决方案的重点是带有内部开关晶体管的高压降压控制器LTC7138。电源系统还包括电感L1、二极管D1以及输出电容C2和C3。为使解决方案高度最小(3 mm以下),输入中仅使用陶瓷电容。也可以使用极化电容(例如高性价比22 μ F 200 V EMVE201 ARA220MKG5S),但它会大大增加偏置电源的高度。

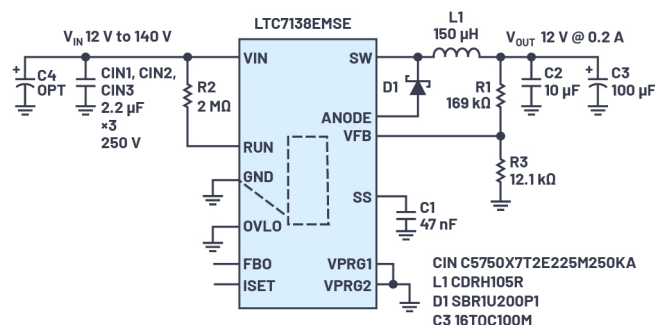


图1. 高压降压偏置电路原理图, V_{IN} 为12.5 V至140 V, V_{OUT} 为12 V (0.2 A)。

此电路已经过验证和测试,图2中的波形说明了其功能。100 V的初始输入电压电平降至12 V,但输出向负载提供稳定的0.2 A、12 V电压。



图2. 高压降压偏置电路波形, V_{IN} 为20 V/div, V_{OUT} 为5 V/div, 时间标尺为50 ms/div。

如果输入电压降至所需的偏置电平以下,此设计的性能展望将发生显著变化。在这种情况下,仅使用降压转换器是不够的,因为当输入降至所需的输出以下时,输出电压会跟随输入。图3显示了一种使用双级偏置电源的解决方案。第一级(主级)是类似于图1所示的高压降压转换器。其输出连接到升压转换器,并基于集成功率晶体管的LT8330转换器IC。电源系统包括电感L2、二极管D2和输出滤波器。与降压前端相比,升压转换器电路中的

元器件上的电压应力要低得多，因而可以选择相对便宜的器件，总成本得以降低。

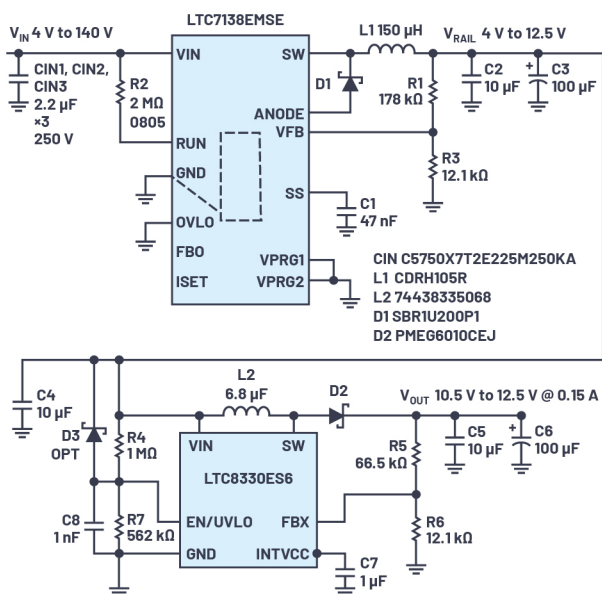


图3. 高压双级电路原理图， V_{IN} 为5 V至140 V， V_{OUT} 为10.5 V（0.1A至0.15 A）。

此电路中的降压转换器输出设置为12.5V。但是，升压转换器的输出设置为10.5 V的较低电压，足以使负载正常工作。转换器永远不会同时工作。如果一个正在切换，另一个就不会切换。

在正常工作条件下($V_{IN} > 12.5$ V)，当输入电压从12.5 V变为100 V时，只有降压转换器处于工作状态，为负载提供12.5V电压。电流通过升压转换器的电感和二极管流向负载端子 V_{OUT} 。由于电流电平相对较低，该电流路径中的损耗极小。

只要 $V_{IN} > 12.5$ V，升压转换器的输出端电压就是12.5 V，远超过预设值10.5 V，因此升压部分无开关动作，仅降压部分有效。

当输入电压降至12.5 V或更低时，降压转换器停止切换，但内部P沟道MOSFET保持导通状态，从而支持以100%占空比工作。

如果输入电压降至12.5 V以下，则两个电压 V_{RAIL} （中间轨）和 V_{OUT} 均降至 V_{IN} 电平。在中间轨的 10.5 V $< V_{RAIL} < 12.5$ V范围内，转换器的降压和升压部分均不切换。

如果输入电压继续下降， V_{RAIL} 电平降至10.5 V以下，则升压转换器开始工作，使 V_{OUT} 保持在10.5V。

图4给出了说明该转换器功能的波形。负载电流为0.15A时，最小输入电压为5.5 V。负载降低至0.1 A时，对应的最小输入电压为5.0 V，如图5所示。输入电压从5 V上升到100 V的情况如图6所示。转换器的照片如图7所示。

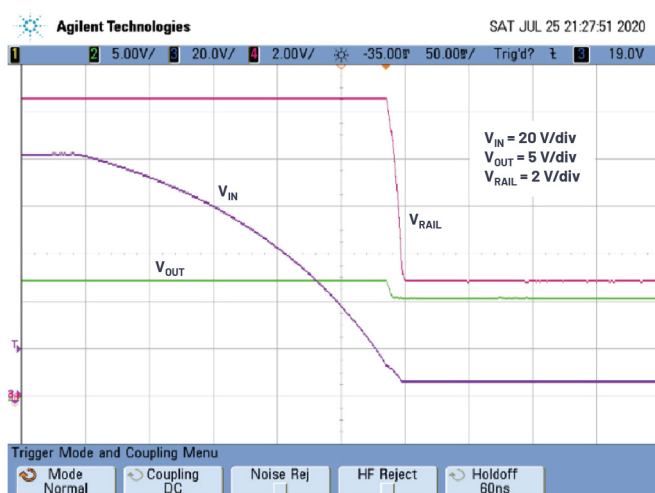


图4. 高压双级偏置电路波形。负载电流为0.15 A，时间标尺为50 ms/div。

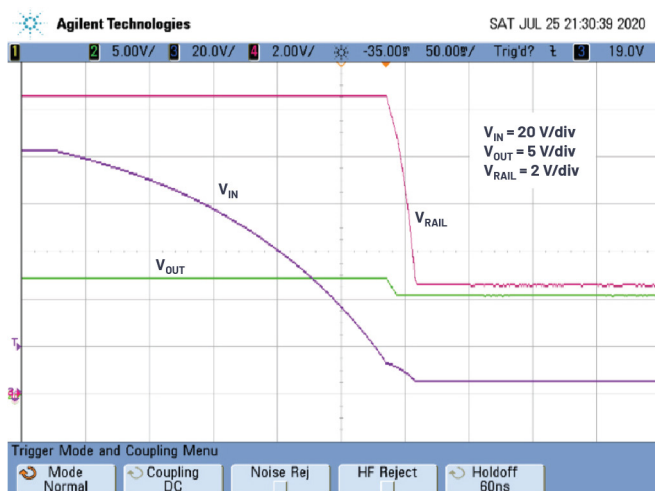


图5. 高压双级偏置电路波形。负载电流为0.1A，时间标尺为50 ms/div。

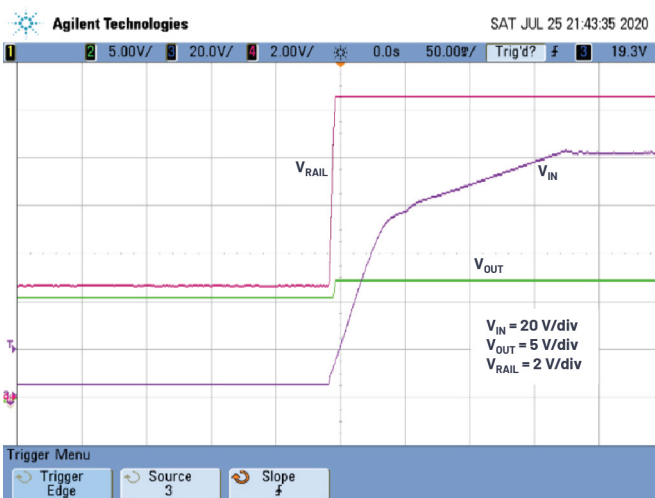


图6. 输入电压上升波形。负载电流为0.1A，时标为50 ms/div。

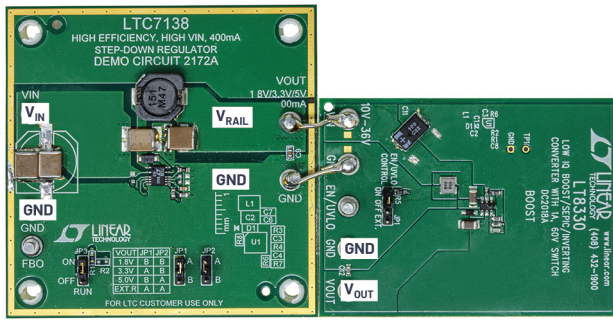


图7. LTC7138转换器试验板。

转换器选型的基本注意事项

最大输入电压和负载电流决定了升压转换器的最小工作输入电压，从而也决定了整个电源的最小输入电压。

$$D = \frac{V_O - V_{IN}}{V_O} \quad \text{Boost converter duty cycle} \quad (1)$$

$$I_{IN} = \frac{I_O}{(1 - D) \times \eta} \quad \text{Boost converter input current} \quad (2)$$

假设给定 V_O 、 I_{MAX} 和 I_O ，则升压转换器最小电压可表示为

$$VIN_{MIN} = \frac{I_O \times V_O}{I_{MAX} \times \eta} \quad (3)$$

但是，如果给定 V_O 、 VIN_{MIN} 和 I_{MAX} ，则最大输出电流 I_O 为

$$I_O = \frac{I_{MAX} \times VIN_{MIN} \times \eta}{V_O} \quad (4)$$

结论

让主要电源系统在宽输入电压范围内运行很重要。本文讨论了实现此目标的解决方案。在最高140 V、最低5 V的输入电压范围内，当输入电压下降时，本文所述电路可以产生稳定的偏置电平。安全的偏置电平可确保高压MOSFET和控制模块正常工作。所提出的使用高集成度转换器的方案减少了元件数量并降低了总成本。如果应用需要，可以进行调整以使解决方案高度最小。

作者简介

Victor Khasiev曾是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。

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

