

在稳压器输出端带电压时 启动降压稳压器

美国国家半导体公司
应用注释1634
Dennis Morgan
2007年5月



问题的提出

在本应用注释中描述的问题是：当稳压器输出端 (V_{OUT}) 已经存在电压时，降压稳压器不能正常启动。 V_{OUT} 处的电压可能是由有源负载电路（由不同的电源供电）通过泄漏电流提供的，或是因为瞬间停机，降压稳压器的输出电容没有完全放电。

这是采用高侧N-沟道MOSFET实现的非同步降压稳压器结构内部固有的问题。这种结构集成了“升压”电路使得提供的电压高于输入电压，这对导通时间内增强MOSFET栅极驱动是必需的。

尽管在本应用注释中采用的是LM5007，但是同样的结论也适用于LM50xx和LM349xx降压稳压器系列。

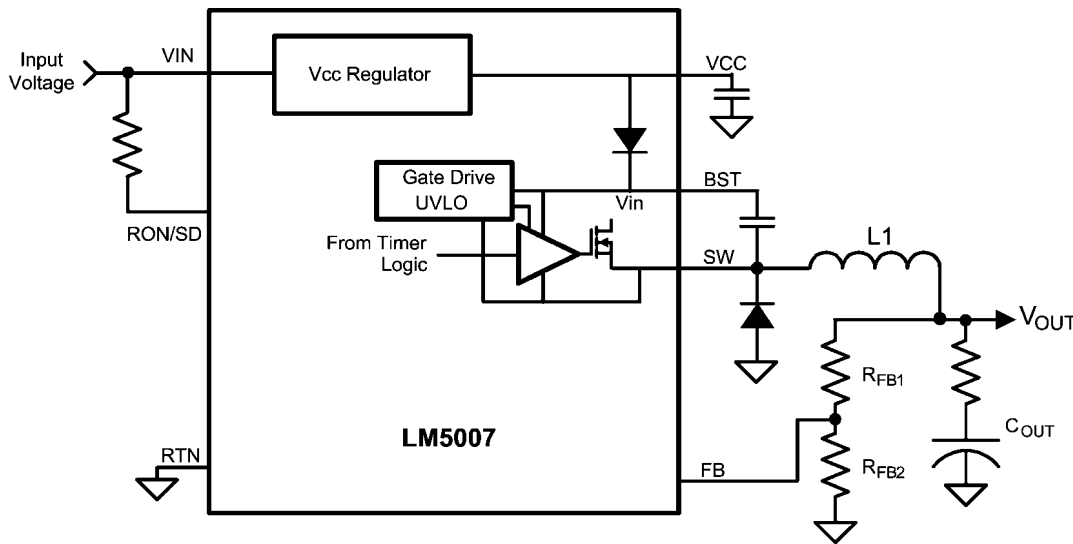


图1. 电路的部分框图

请参考图1，升压电容上的电压（在BST和SW引脚之间）提供启动栅极驱动电路的电压，并且在每个导通时间的开始供应电荷来开启内置的降压MOSFET。如果跨接电容两端的是低电压 - 低于栅极驱动欠电压闭锁 (UVLO) 电平 - 则降压开关不会导通，目的是为了防止部分导通情况的出现，因为这样会损坏MOSFET。

正常工作时，续流二极管导通，在每次关断期间通过内置的 V_{CC} 稳压器（7V）来为升压电容再次充电。在这期间，SW引脚的电压约为 -0.6V。因此，在每个导通期间的起初升压电容两端的电压约为7V。

在典型应用中，如果移除输入电压使得电路停机，升压电容的电压降低至0V。当重新施加输入电压时，升压电容被重新充电至6.5V（如果输出电压已经跌落至0V）。换言之，如果将Ron/SD引脚接地而禁止稳压器工作，因为输出电压下降，在SW引脚上的电压会跟踪 V_{OUT} 。当输出电压降低至0V时，升压电容上的电压大约为6.5V。在这两种情况下，当稳压器再次使能后，因为满足栅驱动UVLO，能够导通降压开关，正常进入启动程序。

但在重启开始时，如果 V_{OUT} 端出现电压（并在SW引脚处也出现电压），升压电容上的电压低于7V。如果在 V_{OUT} 上外置电压足够高，使得升压电容上的电压低于栅极驱动UVLO阈值电压，则栅极驱动器工作止能。在这种情况下升压电容上的电压为：

$$V_{BST} = V_{CC} - V_D - V_{OUT} \quad (1)$$

其中 V_D 是内置二极管上的压降（典型值0.5V）。对上式重新整理，可计算得到 V_{OUT} 处允许的最大外加电压：

$$V_{OUT(max)} = V_{CC} - V_D - GD(UVLO)$$

其中GD (UVLO) 是栅极驱动的UVLO阈值，应用LM5007的典型值：

$$V_{OUT(max)} = 7.0V - 0.5V - 4.5V = 2V$$

采用LM5007数据表中的最小/最大限值，可以确定最坏情况下的输出电压：

$$V_{OUT(max)} = 6.6V - 0.6V - 5.5V = 0.5V$$

因此，外加电压决不能超过2V（最坏情况为0.5V），从而确保电路能够重启。这个限制与VIN处的电压无关。

解决方案

建议采用两种解决方案来处理该问题 – 哪一种更合适取决于应用的具体要求。

1) 确保 V_{OUT} 的初始值足够低, 使得升压电容上的电压超过 $GD_{(UVLO)}$ 阈值。实现的方法是允许充足的时间使输出电容放电, 拟或不愿意等待, 则可对 V_{OUT} 进行手工放电。实现 V_{out} 放电是通过由 V_{OUT} 到地之间接入一个低值电阻, 启动稳压器电路, 一旦电路开始工作则断开该电阻。

2) 在 V_{CC} 引脚上施加一个上拉电压。参考等式1, 增加 V_{CC} 电压可提高升压电容上的电压。可采用等式1来确定每个应用中在 V_{CC} 处的所需电压。如果采用这种解决方案, 必须遵守下列注意事项:

a) 施加在 V_{CC} 引脚上的最大电压不会超过14V。因此, 该解决方案仅适用于在 V_{OUT} 处外加电压低于9V时 (最坏情况为7.9V)。

b) 在 V_{CC} 稳压器的 V_{CC} 引脚和 V_{IN} 引脚之间内置固有的体二极管。如果 V_{CC} 电压大于 V_{IN} 电压时, 该二极管将会导通。如果对电流不加以限制, 则会损坏稳压器。因此, 如果在 V_{CC} 上施加一个外部电压并存在其值超过 V_{IN} 电压的条件, 那么应限制外部 V_{CC} 电压源的电流使其低于50mA。

总结

上述问题是有栅极驱动UVLO特性的高侧N-沟道降压开关实现的非同步降压稳压器结构所固有的。建议提供了两种解决方案, 在许多应用中的实现也相当简单。然而, 对每种不同的应用都必须进行评估, 从而确定方案是否会限制稳压器的工作性能。

注释

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
 想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
 无铅产品符合RoHS指令。



**National Semiconductor
Americas Customer
Support Center**
 Email: new.feedback@nsc.com
 Tel: 1-800-272-9959

**National Semiconductor
Europe Customer Support Center**
 Fax: +49 (0) 180-530 85 86
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center**
 Email: ap.support@nsc.com

**National Semiconductor
Japan Customer Support Center**
 Fax: 81-3-5639-7507
 Email: jpn.feedback@nsc.com
 Tel: 81-3-5639-7560