

占空比的上限

Frederik Dostal, 现场应用工程师

开关稳压器使用占空比来实现电压或电流反馈控制。占空比是指导通时间(T_{ON})与整个周期时长(关断时间(T_{OFF}))加上导通时间)之比,定义了输入电压和输出电压之间的简单关系。更准确的计算可能还需要考虑其他因素,但在以下这些说明中,这些并不是决定性因素。开关稳压器的占空比由各自的开关稳压器拓扑决定。降压型(降压)转换器具有占空比 D , $D = \text{输出电压}/\text{输入电压}$,如图1所示。对于升压型(升压)转换器,占空比 $D = 1 - (\text{输入电压}/\text{输出电压})$ 。

这些关系仅适用于连续导通模式(CCM)。在这个模式下,电感电流在时间段 T 内不会降至0。以额定负载工作的电路一般使用这种模式。在低负载下,或者间歇性工作,线圈电流在关断时间放电。这个模式称之为断续导通模式(DCM)。这两种工作模式在特定输入电压和输出电压下,都有自己的占空比关系。

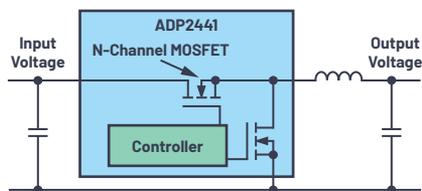


图1. 采用ADP2441的典型降压型开关稳压器。

图2所示为时域中的开关行为示例。在这个示例中,我们考虑在非间歇工作模式下的降压型开关稳压器;即,在连续导通模式下。占空比与开关频率无关。时段 T 一般在 $20 \mu\text{s}$ (50 kHz)和 330 ns (3 MHz)之间。如果输入电压和输出电压的值相同,那么需要占空比 $= 1$ 。这意味着,只存在导通时间,不存在关断时间。但是,并非每个开关稳压器都能实现。如图1所示,为了实现这个占空比,高压侧MOSFET必须持续导通。如果这个开关设计为N通道MOSFET,其栅极电压需要高于电路的输入电压,器件才能运行。如果每次导通之后都需要关断一定时间(占空比 < 1 时的情形),根据电荷泵原理,可以轻松生成比电源电压高的电压。但是,对于100%占空比,这不可能实现。所以,对于占空比为100%的开关

稳压器,要么采用不依赖开关稳压器MOSFET、独立运行的精密电荷泵,要么将图1所示的高压侧开关设计为P通道MOSFET。这些都会导致工作量和成本增加。

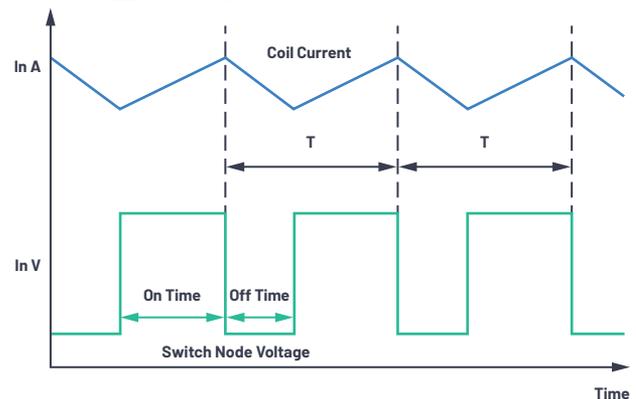


图2. 降压型开关稳压器开关的时域表示 (CCM模式下线圈电流)。

图3所示为开关稳压器ADP2370,该稳压器通过将P通道MOSFET用作高压侧开关来实现100%占空比。对于这种类型的降压转换器,输入电压可以降低至非常接近输出电压。将P通道开关集成到开关稳压器中,可以避免产生额外成本。

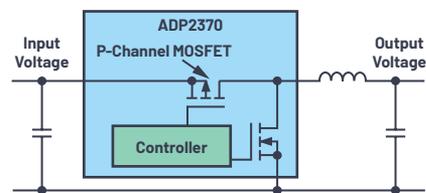


图3. 可实现100%占空比的开关稳压器示例。

如果应用要求输入电压能够降至非常接近输出电压设置点的水平,则应选择允许占空比 $= 1$ 或100%的开关稳压器。

占空比除了受开关稳压器拓扑的高压侧开关决定的这种限制外,还受其他因素限制。我们将在稍后的电源管理技巧中为大家介绍。

作者简介

Frederik Dostal曾就读于德国埃尔兰根大学微电子学专业。他于2001年开始工作,涉足电源管理业务,曾担任多种应用工程师职位,并在亚利桑那州凤凰城工作了4年,负责开关模式电源。他于2009年加入ADI公司,并在慕尼黑ADI公司担任电源管理现场应用工程师。联系方式: frederik.dostal@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

