

为何在开关稳压器中， 电流模式控制非常重要？

Frederik Dostal, 电源管理专家

市场上有数千款不同的开关稳压器。用户基于不同的参数选择所需的类型，例如输入电压范围、输出电压范围、最大输出电流，以及许多其他参数。本文介绍电流模式，这是数据手册中常见的一项重要特性，并介绍该模式的优缺点。

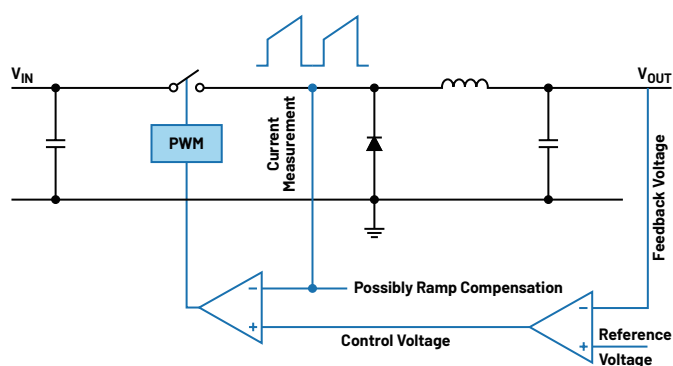


图1. 电流模式稳压器的基本工作原理。

电流模式稳压器解析

图1显示电流模式稳压器的基本工作原理。这里，不止将反馈电压与内部基准电压进行比较，还将其与生成电源开关所需的PWM信号所用的锯齿形电压斜坡进行比较。在电压模式稳压器中，该斜坡的斜率是固定的。在电流模式稳压器中，斜率取决于电感电流，由图1所示的开关节点的电流测量值计算得出。电流模式稳压器和电压模式稳压器的区别就在于此。电流模式稳压器具有多项优势。首先是电感电流会随着输入电压（图1中的 V_{IN} ）的变化即刻调整。因此，输入电压变化信息会直接反馈给控制环路，甚至在输出电压（图1中的 V_{OUT} ）跟踪检测到输入电压的这种变化之前。

电流模式控制技术的优势如此明显，因而市场上大部分开关稳压器IC都采用这种电流模式控制工作原理。

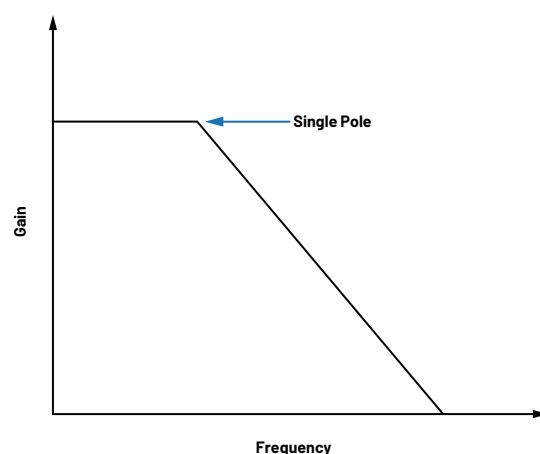


图2. 通过电流模式控制实现的简化控制环路补偿，采用波特图显示，功率级中仅有一个单极点。

另一个关键优势是经过简化的控制环路补偿。电压模式稳压器的波特图显示了一个双极点；与之相比，电流模式稳压器仅在功率级中生成一个单极点，产生90°相移，而非双极点的180°相移。因此，对电流模式稳压器进行补偿会更容易，它也更加稳定。图2显示了典型的电流模式稳压器的功率级的简单转换函数。

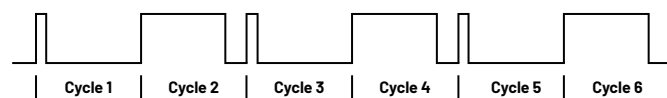


图3. 开关节点电压：采用电流模式稳压器的次谐波振荡。

但是，除了提到的优点以外，该稳压器也有缺点。在进行开关转换之后，电流模式稳压器无法立刻实施所需的电流测量，因为如果在此时进行测量，测量结果中会包含大量噪声。需要等待几nS，等开关引起的噪声减弱。这段时间被称为消隐时间。这通常导致其最短导通时间略长于电压模式稳压器的最短导通时间。电流模式稳压器的另一个缺点是其可能产生次谐波振荡。如图3所示。如果所需的占空比大于50%，电流模式稳压器可能交替执行短脉冲和长脉冲。在许多应用中，这被认为是不稳定的，需要加以避免。为了避免这种不稳定性，可以向图1所示的生成的电流斜坡添加一定的斜坡补偿。这样可以将关键占空比阈值调节到远高于50%，保证在更高占空比下，也不会发生次谐波振荡。

即使是之前提到的这些限制（由消隐时间和其导致的占空比限制导致），也可以通过IC设计进行规避。例如，一种补救方法是采用低端电流检测，在关断期间，而非在导通期间测量电感电流。

结语

总而言之，在大部分应用中，电流模式开关稳压器的优点要大于其缺点。而且，可以通过各种电路创新和改进来规避其缺点。所以如今，大部分开关稳压器IC都使用电流模式控制。

作者简介

Frederik Dostal是一名拥有20多年行业经验的电源管理专家。他曾就读于德国埃尔兰根大学微电子学专业并于2001年加入National Semiconductor公司，担任现场应用工程师，帮助客户在项目中实施电源管理解决方案，积累了丰富的经验。在此期间，他还在美国亚利桑那州凤凰城工作了4年，担任应用工程师，负责开关模式电源产品。他于2009年加入ADI公司，先后担任多个产品线和欧洲技术支持职位，具备广泛的设计和应用知识，目前担任电源管理专家。Frederik在ADI的德国慕尼黑分公司工作。

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

