

电源设计: 如何利用波特图来满足动态控制行为的要求

Frederik Dostal, 现场应用工程师

本文介绍如何利用波特图来快速评估您的电源设计是否满足动态控制行为要求。电源通常通过控制环路保持固定的输出电压。这个控制环路可能稳定, 也可能不稳定; 可以快速调节, 也可以慢速调节。在大多数情况下, 都可以使用波特图来描述控制环路。通过使用波特图, 您可以查看控制环路的频率, 特别是其调节稳定性。

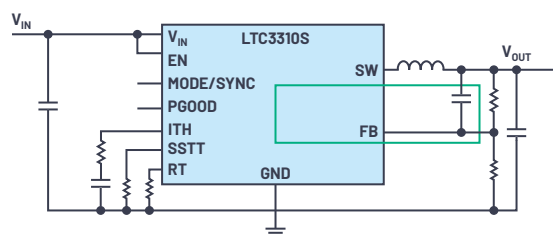


图1. 使用控制环路 (以绿色显示) 来调节其输出电压的开关稳压器示例。

图1所示是采用降压拓扑的典型开关稳压器。它将较高的输入电压转换为较低的输出电压。目标是尽可能准确地调节输出电压 V_{OUT} 。为此, 通过反馈(FB)引脚将控制环路集成到电路中。它可以检测到 V_{OUT} 的电压变化。控制环路应能够快速响应, 以便始终尽可能准确地调节 V_{OUT} 。每当输入电压或负载电流发生变化时, 都必须重新调节输出电压。

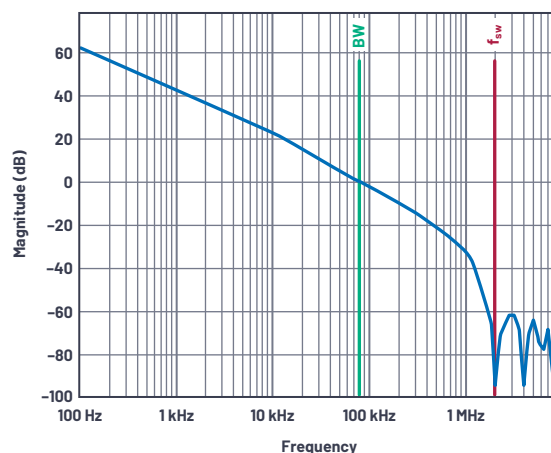


图2. 显示控制环路增益的波特图 (约80 kHz时, 达到0 dB交越点)。

图2所示为波特图中控制环路的增益曲线, 其中提供了两条重要信息。可以得到增益等于1 (即0 dB) 时的频率。对于图2所示的控制环路, 这个所谓的交越频率出现在约80 kHz处。根据经验, 此频率不得超过开关模式电源的设定开关频率的十分之一。否则, 可能会导致电路不稳定。图中显示的第二条重要信息是增益曲线下方的区域, 即函数积分。直流增益和交越频率越高, 控制环路就能更好地让输出电压保持恒定。

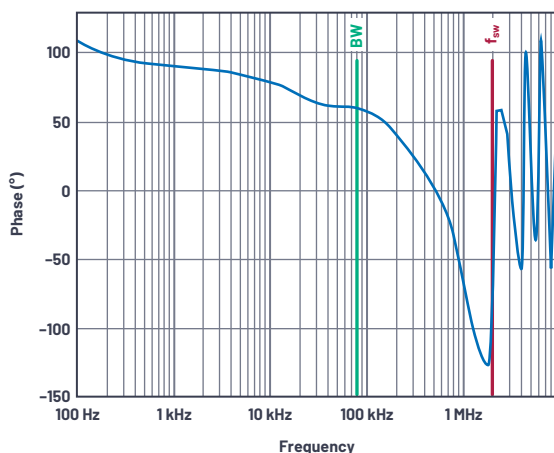


图3. 控制环路的相位曲线，相位裕量为60°。

图3显示波特图中的相位曲线。从该图中可以读取的最重要的参数值是相位裕量。通过这个数值可以判断控制环路的稳定性。相位裕量可以从增益图中的交越频率处读取（参见图2）。在所示的示例中，交越频率为80 kHz。所以，图3中的相位裕量约为60°。相位裕量低于约40°即被视为不稳定。当相位裕量在40°和70°之间时，控制环路设置良好。在此范围内，能够较好地同时兼顾调节速度和稳定性。相位裕量高于70°时，系统非常稳定，但是调节速度非常慢。

开关稳压器的数据手册中一般不提供波特图。原因在于，波特图在很大程度上取决于电路设计。使用的开关频率、选择的外部元件（例如电感和输出电容），以及各自的工作条件（例如输入电压、输出电压和负载电流）都会产生巨大影响。所以，一般使用计算工具（例如LTpowerCAD®）或仿真工具（例如LTspice®）生成波特图。借助这些工具生成波特图，您就可以快速判断设计的电路是否能够满足动态控制行为要求。

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，曾担任各种应用工程师职位，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，
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

