

热回路究竟是什么？

Frederik Dostal, 现场应用工程师

当涉及到开关稳压器及其电磁兼容性(EMC)时，总是会提到热回路。尤其是优化印刷电路板上的走线布局时，更是离不开这个话题。但热回路到底指的是什么？

开关稳压器中需要不断开关电流。这些电流通常比较大。每当电流流动时，会产生磁场。如果快速开关大电流，就会产生交变磁场。此外，如果开关电流时，路径中存在寄生电感，就会产生电压失调。电流会容性耦合到相邻的电路部件中，并增加电源的噪声辐射。综上所述，我们可以说开关电流是导致开关模式电源产生噪声的主要原因。图1显示了简化的降压转换器拓扑结构。所有存在连续电流的线路都用蓝色表示。所有快速开关电流的线路都用红色表示。

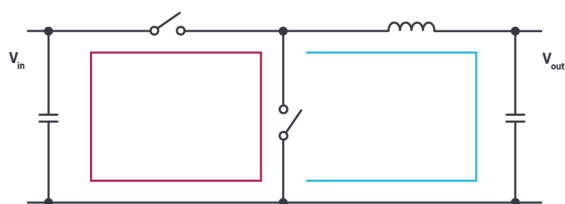


图1. 具有连续电流的线路用蓝色表示，存在开关电流的线路用红色表示。

图1中的红色线路是关键线路。它们看起来像一个电流回路，因此被称为回路。热回路意味着这个回路特别关键，因为它涉及到快速开关电流。如果我们仔细观察这个回路，可以看到图1中的红色回路从来没有真正的电流流过，这个因为两个开关从来不会同时打开。它只是单条线路的组合，在特定时间会有电流流过，在其他时间则没有电流流过。在图2中，各连接线路旁的箭头表示电流流动的方向。同时，通过指定的符号表示电流流过的时间。在其他时间，没有电流流经该导体。

表1显示图2中的每条红色线路何时传导电流，何时不传导电流。在降压稳压器占空比周期的开启时段，高压侧开关开启，低压侧开关关闭，我们看到电流从输入电容流出，通过高压侧开关，但是没有电流流经低压侧开关。在占空比周期的关闭时段，电流通过低压侧开关（从地到开关节点），其他三条红色线路则没有电流流过。

表1. 高压侧和低压侧开关状态与降压稳压器占空比周期之间的关系

降压稳压器占空比周期	图2中的符号	高压侧开关	低压侧开关
开启时段		开	关
关闭时段		关	开

从图2中很容易看出，热回路并不是一个独立的电流回路，而是由两个真实的电流回路组成的虚拟电流回路。

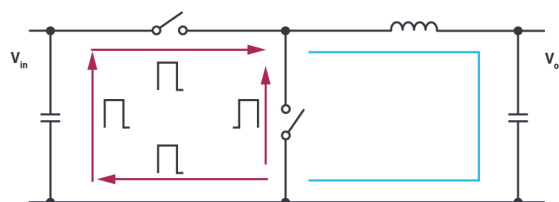


图2. 热回路中电流方向不同的各个线路。

图3显示电路所基于的实际电流回路。一个电流回路显示为蓝色，另一个显示为绿色。在这些完整的电流回路之间，确实会反复出现开关操作；但是，在某些线路中，两个电流回路中的电流流动方向相同，因此会叠加形成连续电流，就EMC而言影响不大。这些线路不会被称为热回路。

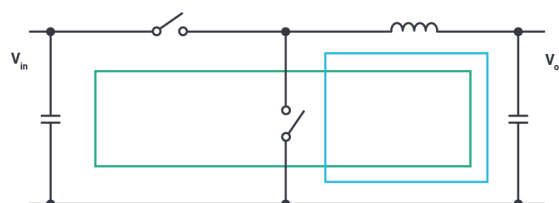


图3. 会导致所谓热回路的实际电流回路。

开关稳压器的热回路因开关稳压器的拓扑结构而异。其设计应尽可能窄小紧凑，以减少噪音产生和传播。ADI公司提供的Silent Switcher® 2技术通过将输入电容集成到IC封装，尽可能缩小关键热回路。同时，将热回路分成两个对称的形状，可以产生两个极性相反的磁场，从而大幅抵消辐射噪声。Power by Linear™提供的LT8609S就是采用这种技术的开关稳压器。

作者简介

Frederik Dostal曾就读于德国纽伦堡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，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

