

Technical Article

缓冲反激式转换器



Robert Kollman

在 10 月，我们介绍了如何在正向转换器导通时缓冲输出整流器的电压。现在，我们看一下如何在反激式转换器中缓冲 FET 关断电压。

图 1 显示了反激式转换器功率级和初级 MOSFET 电压波形。该转换器的工作原理是将能量存储在变压器的初级电感中，并在 MOSFET 关断时将能量释放到次级电感。

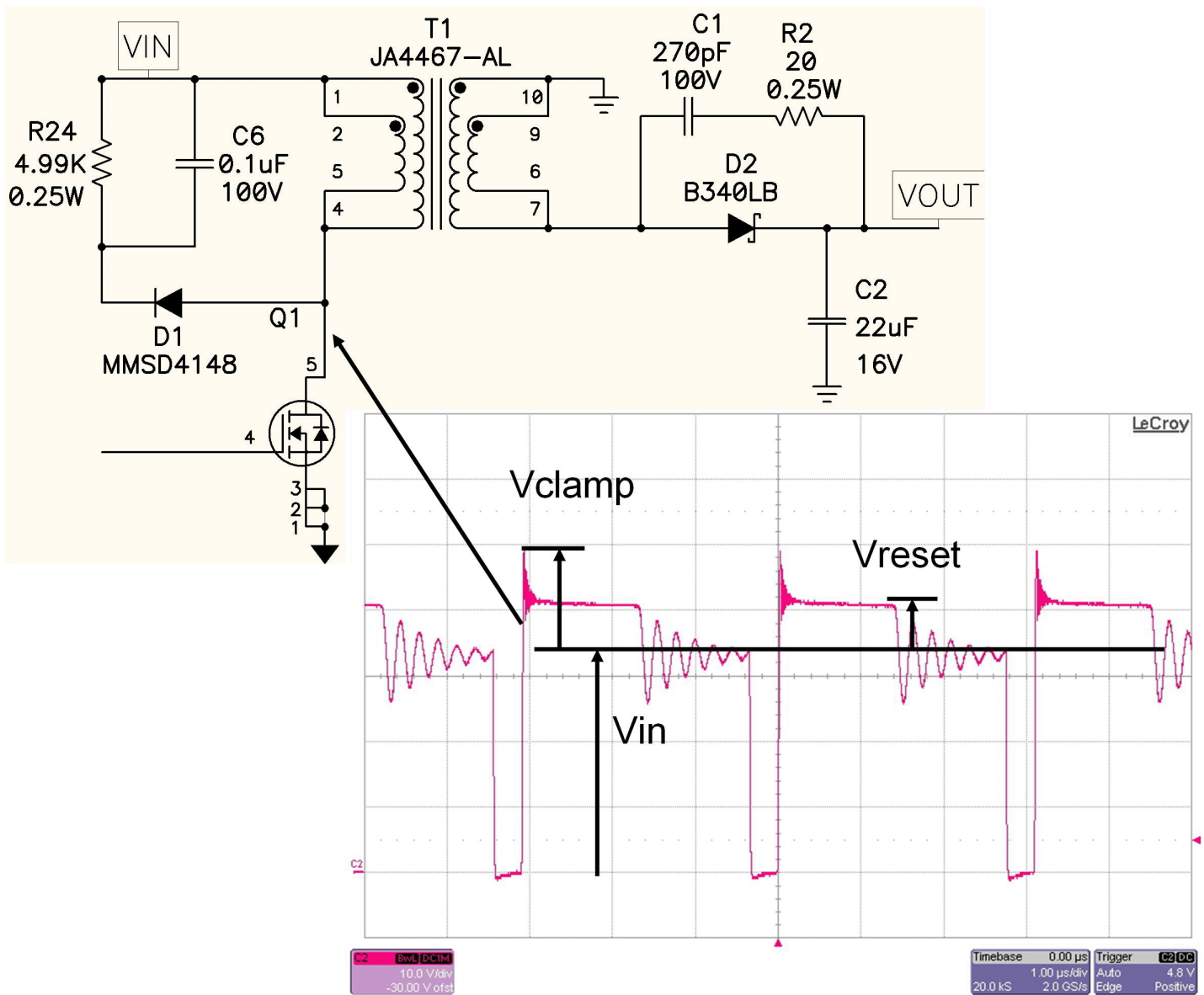


图 1. 漏电感会在 FET 关断时产生过高电压。

当 MOSFET 关断时，通常需要一个缓冲器，因为变压器的漏电感会导致漏极电压上升到高于反射输出电压 (V_{reset})。存储在漏电感中的能量会使 MOSFET 发生雪崩，因此添加了由 D1、R24 和 C6 组成的电压钳位电路。该电路上的钳位电压由漏电感中的能量和电阻中的功率损耗决定。阻值较低的电阻将降低钳位电压，但增加功率损耗。

图 2 显示了变压器初级和次级电流波形。

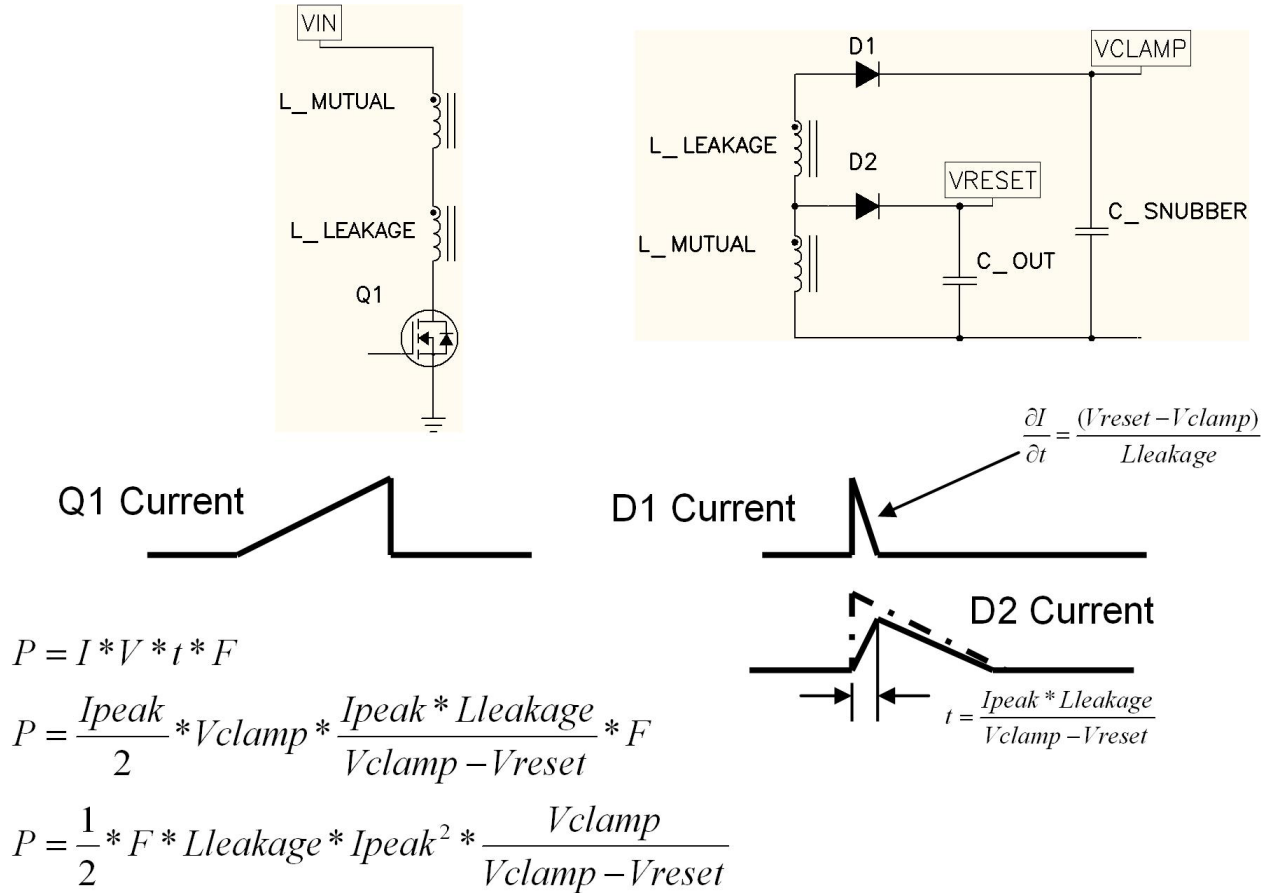


图 2. 漏电感会窃取输出能量。

左侧是 MOSFET 导通时的简化功率级。输入电流通过漏电感和互电感的串联组合逐渐增大。右图显示了关断期间的简化电路。此处电压反向，使输出二极管和钳位二极管正向偏置。我们展示了反映到变压器初级侧的输出电容器和二极管。

两个电感器串联，在 Q1 关断时最初承载相同电流。这意味着在关断后，输出二极管 D2 中立即没有电流流动，总变压器电流在 D1 中流动。漏电感的电压是钳位电压与复位电压之间的差值，往往会使漏电快速放电。

如图所示，通过这一简单的计算方法，可确定转移到缓冲器的能量。实际上，可以通过减少漏电感中能量的释放时间来减少转移的能量。通过允许钳位电压增加可以实现这一点。

有趣的是，您可以计算出钳位电压与缓冲器功率损耗之间的权衡关系。如图 2 所示，进入钳位电路的功率等于平均钳位二极管电流乘以钳位电压（假定钳位电压恒定）。重新排列一些项后，我们发现 $\frac{1}{2} * F * L * I^2$ 这一项与非连续反激式转换器的输出功率有关。在本例中，电感是漏电感。

该表达式有点出乎意料，因为功率损耗不仅仅是存储在漏电感中的能量。该值始终更大，但取决于钳位电压。图 3 显示了这种关系。

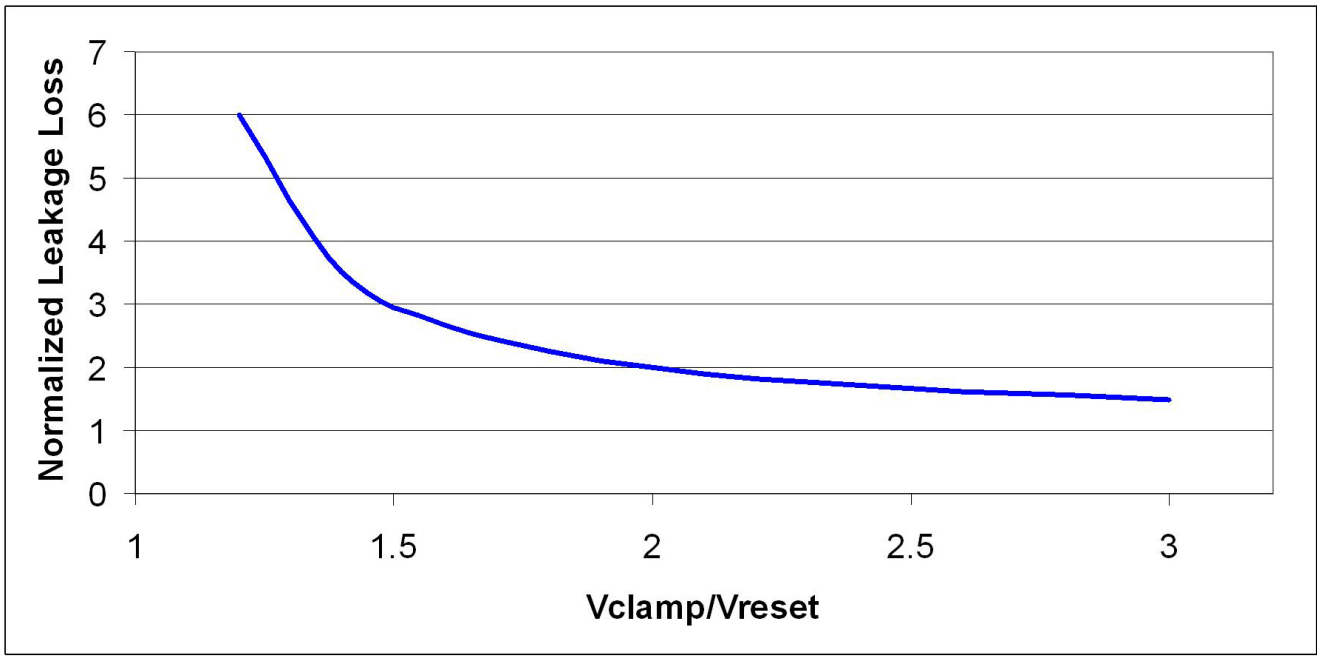


图 3. 增加钳位电压可减少缓冲器损耗。

该图显示了标准化漏电感能量损耗和钳位与复位电压之比之间的关系。处于高钳位电压值时，缓冲器损耗接近漏电感中的能量。通过降低电阻而降低钳位电压时，能量会从主输出转移，缓冲器损耗会显著增加。当 V_{clamp}/V_{reset} 比率为 1.5 时，缓冲器损耗几乎是漏电感存储能量相关损耗的三倍。

巧合的是，漏电感通常是磁化电感的约 1%。这使图 3 更加有趣，因为它可以表明降低钳位电压对效率的影响。纵轴则变为效率损失。因此，将钳位比从 2 降低到 1.5 将对效率产生 1% 的影响。

总而言之，反激式转换器的漏电感会给电源开关带来不可接受的电压应力。RCD 缓冲器可以控制此应力。不过，需要在钳位电压与电路损耗之间做出取舍。

之前在 EDN.com 上发布。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司