

TPS61022 PFM 的机制以及 TPS61xxx 转换器的 PFM 与 PWM 之间的负载阈值



Wenhao Wu

引言

TI 的大多数 TPS61xxx 低压升压转换器都配备了 PSM (省电模式)，以帮助提高轻负载效率。但是，当它处于重负载状态时，输出纹波通常会高于 PWM。此外，PSM 和 PWM 之间的负载电流阈值不会直观地写入数据表中。这样，在对输出电压纹波敏感的应用中设计电路时，就会造成不便和困惑。本应用简报介绍了 TPS61022 中 PSM 的典型工作机制，以及如何为大多数 TPS61xxx 升压转换器确定 PSM 和 PWM 之间的负载阈值。

PSM 的典型工作机制

图 1 展示了已用于 TPS61022 的 PFM (脉冲频率调制) 的简化机制。PFM 是一种 PSM，有助于提高轻负载效率。TPS61022 使用自适应恒定导通时间谷值电流控制。可以看到，初始输出电流下降，因此输出电压升高。内部误差放大器可降低电感器谷值电流，以响应输出电压的增加。但是，当电感器谷值电流降至低钳位时，误差放大器被钳位，电感器谷值电流不会进一步下降。

由于误差放大器被钳位，始终有大于负载要求的能量提供给输出电容器。因此，输出电压保持充电。当 FB 达到 PFM 基准时，内部比较器会在上升延迟时间 T_{DLY_R} 后将两个 FET 设置为关断。当 FB 降至 PFM 基准以下时，比较器在下降延迟 T_{DLY_F} 之后释放两个 FET。之后，钳位 EA 会将电感器谷值斜升至低钳位，输出电压会增加。延迟不是有意设计的，在实际设计中无需考虑。在数据表中的推荐工作条件下，PFM 的输出纹波在临界情况下仿真为 30mV (典型值) 和 50mV (最大值)。

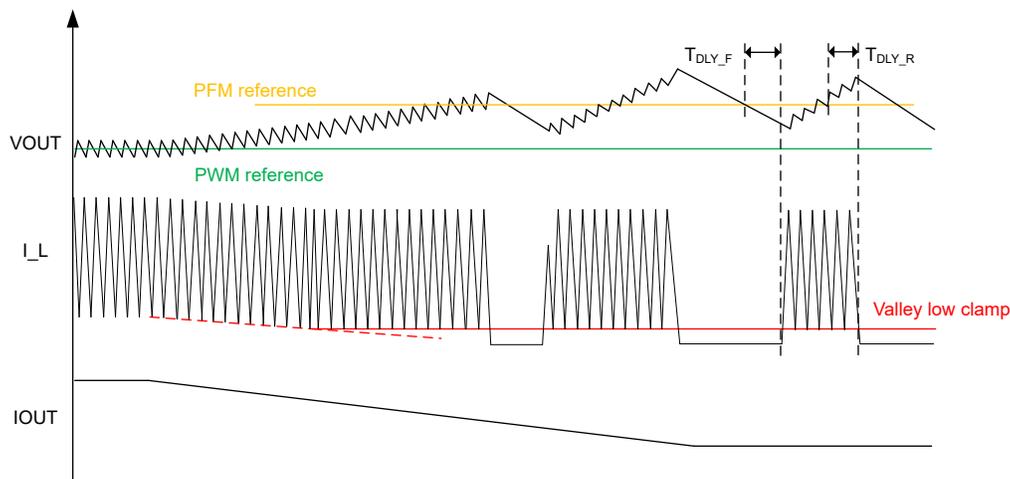


图 1. TPS61022 的 PWM 转 PFM 机制

图 2 展示了 TPS61022 如何退出 PFM 的机制。如果负载突然增加，输出电压下降，低钳位中的电感器电流无法再保持输出电压。误差放大器使电感器电流升高。当电感器谷值电流高于 170mA (典型值) 时，PFM 退出并且 TPS61022 使用新的 PWM 基准进入 PWM。

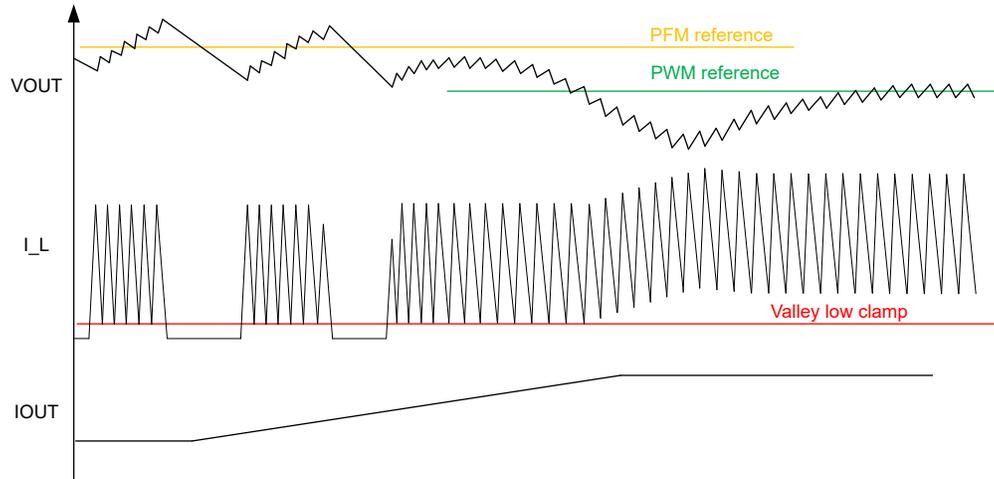


图 2. TPS61022 的 PFM 转 PWM 机制

TPS61xxx 转换器的 PSM 和 PWM 之间的负载阈值

方程式 1 演示了如何计算 TPS61022 的 PFM 和 PWM 之间的负载电流阈值。

$$I_{OUT(th)} = \frac{V_{IN} \cdot (I_{L_VALLEY} + 0.5 \cdot \Delta I_L) \cdot \eta}{V_{OUT}} \quad (1)$$

在公式中：

V_{IN} 是输入电压；

V_{OUT} 是输出电压；

I_{L_VALLEY} 为器件获知开关模式时的谷值电流阈值；

ΔI_L 是电感电流纹波；

η 为效率。

方程式 2 给出了电感器电流纹波计算。因此，PFM 和 PWM 之间的负载电流阈值取决于输入电压、输出电压、电感器值、内部谷值电流阈值和效率。

$$\Delta I_L = \frac{1}{L \cdot f} \frac{V_{IN} \cdot (V_{OUT} - V_{IN} \cdot \eta)}{V_{OUT}} \quad (2)$$

另一种更快速的方法是使用数据表中的负载调节曲线。与计算方法相比，这种方法更为直观，便于在不进行计算的情况下了解负载阈值，并且对大多数 TPS61xxx 升压转换器都有效。

在数据表中，我们可以找到表明了输出电压和负载电流之间关系的负载调节曲线。曲线中隐含了 PSM 和 PWM 之间的阈值。图 3 表示 TPS61022 在不同输入电压下在自动 PFM 模式下的负载调节。数据是在 25°C 时的典型条件下测试得出的。可以看出，轻负载时输出电压最初高于 5V。输出电流增加到 200mA 以上后，输出电压降至 5V。根据自动 PFM 机制，当输出电压高于 5V 且偏移 1% 时，TPS61022 以自动 PFM 模式运行。当输出电压恰好为 5V 时，这意味着器件处于 PWM 状态。因此，负载阈值是输出电压从 PFM 值跳至标称值的位置。

以 TPS61022 负载调节数据中的两个示例为例，就 $V_{IN}=1.8V$ 曲线而言，当输出电流约为 250mA 时， V_{OUT} 下降到 5V，因此如果负载高于 250mA，器件将进入 PWM 模式。此外，当 V_{IN} 为 4.2V 时，输出电流增加至 500mA 后， V_{OUT} 下降至 5V。因此，阈值变为 500mA。

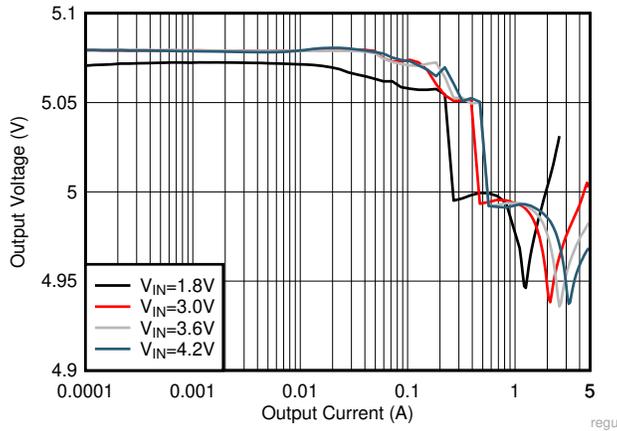


图 3. 自动 PFM 下的 TPS61022 负载调节

结论

1. 在 TPS61022 的自动 PFM 模式下，内部误差放大器不再调节输出电压。比较器将通过控制来关闭 FET，直到 FB 上升至高于 PFM 基准；
2. 器件从 PSM 切换到 PWM 的负载电流阈值可在数据表的负载调节曲线中找到；
3. 器件从 PSM 切换到 PWM 时的负载电流阈值不是固定值，它受输入电压、输出电压、电感器值、PSM 机制和效率的影响。

相关文档

1. [TPS61022 具有 0.5V 超低输入电压的 8A 升压转换器](#)

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司