

Application Note

使用电源正常状态指示器实现输出放电功能



Nathan Ding

摘要

在一些需要对各电路进行精确电源时序控制的应用中，输出放电功能对于在意外电源事件中提高系统可靠性至关重要。本应用手册介绍了一种有关如何使用 TPS61033x 升压转换器的 PG 指示器实现输出放电功能的方法。本文档提供了参数设计方法并给出了实验结果。

内容

| | |
|----------------------|---|
| 1 引言..... | 2 |
| 2 电源正常指示器..... | 2 |
| 3 输出放电功能..... | 3 |
| 3.1 为什么需要输出放电功能..... | 3 |
| 3.2 如何选择虚拟电阻..... | 4 |
| 4 试验结果..... | 4 |
| 5 总结..... | 6 |
| 6 参考资料..... | 6 |

插图清单

| | |
|-------------------------------|---|
| 图 2-1. TPS61033 PG 指示器方案..... | 2 |
| 图 3-1. 输出放电..... | 3 |
| 图 3-2. 使用 PG 指示器进行输出放电..... | 3 |
| 图 3-3. 计算放电时间与测试放电时间的比较..... | 4 |
| 图 4-1. 测试电路..... | 5 |
| 图 4-2. TPS61033 的输出放电功能..... | 5 |

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS61033x 是一款高度集成的升压转换器，可通过一节锂离子电池输入提供 5V 输出电压和高达 2A 的负载电流。TPS61033x 的 PG 指示器可提供输出电压状态。但 TPS61033x 没有输出放电功能，这是许多应用实现正确电源时序所需的重要功能。

本应用手册介绍了一种通过 PG 指示器实现输出放电功能的方法。以 TPS61033 为例，提供了理论分析和基准测试结果，以验证所提出的电路。

2 电源正常指示器

当电源电压达到目标电压并保持稳定时，由电源生成电源正常信号。大多数电子电路或元件只能在电源电压在特定范围内时正常工作，如果电源电压超出此范围，这些电路和元件将无法正常工作，甚至会损坏。

在这种情况下，使用电源正常信号来确保所有电源电压始终保持稳定。可以设计 MCU 或其他类型的处理器来监控电源正常信号。只有电源电压达到适当的电压且稳定时，才会生成电源正常信号，并通知处理器电源电压正常，因此可提供给其他电路和元件。一旦检测到电源故障情况，该信号也可以立即通知处理器，以便处理器可以复位或停止运行。

对于那些不具有电源正常信号的电源器件，工程师需要使用比较器或 ADC 来实现此功能。TPS61033 集成了电源正常状态指示器，可简化时序控制和监控。电源正常输出包含一个开漏 NMOS，需要将一个外部上拉电阻连接到电压稳定的电源。

TPS61033 的 PG 指示器由输出电压或使能控制。在 V_{out} 介于目标输出电压的 93% (典型值) 和 107% (典型值) 之间后，PG 引脚以典型值 1.3ms 的延时时间变为高电平。当输出电压超出目标输出电压窗口时，PG 引脚立即变为低电平并具有 33 μ s 抗尖峰脉冲滤波器延时。此抗尖峰脉冲滤波器还可防止 PGOOD 因瞬变而导致的任何误下拉。当 EN 被拉至低电平时，PG 引脚也会被强制为低电平并具有 33 μ s 抗尖峰脉冲滤波器延时。

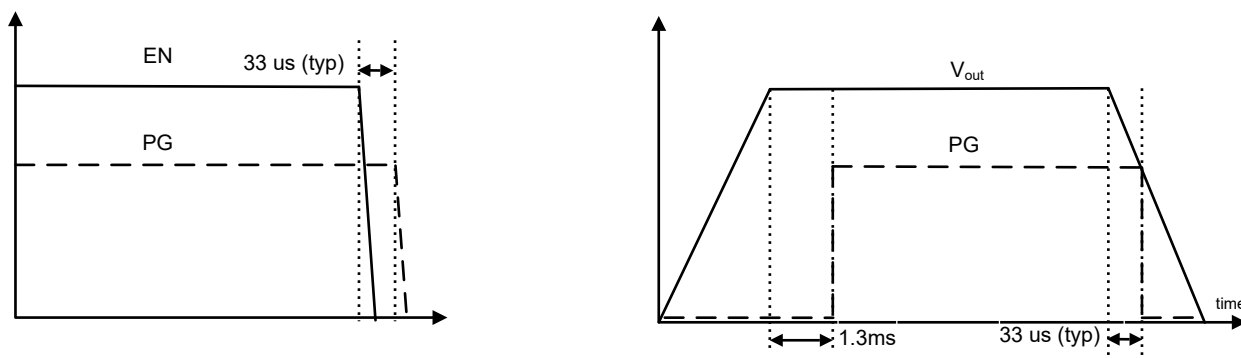


图 2-1. TPS61033 PG 指示器方案

3 输出放电功能

3.1 为什么需要输出放电功能

输出放电功能用于确保器件处于禁用状态时输出电压快速放电。当电力系统需要为不同电路和元件提供精确的电源时序时，此功能非常有必要。如果没有输出放电功能，那么当系统被禁用时，某些电源轨会保持悬空，这可能会在系统再次启用时导致某些问题。

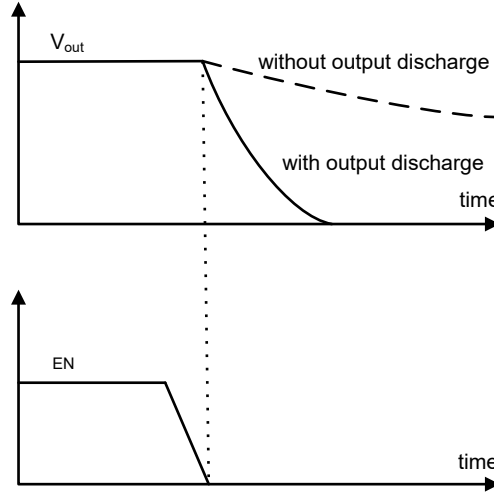


图 3-1. 输出放电

TPS61033 可以通过 PG 功能实现输出放电功能，该功能需要在 PG 引脚和 Vout 引脚之间连接一个上拉电阻器，该上拉电阻器也称为虚拟电阻器 (R_{Dummy})。如前所述，TPS61033 的 PG 是一种开漏 NMOS 架构，具有高达 50mA 电流能力，当输出电压达到目标值时，PG 引脚变为逻辑高电平，因此虚拟负载电阻器在正常运行期间不会导致任何功率损耗。当 EN 引脚变为低电平时，TPS61033 被禁用，同时 PG 引脚以典型的 33 μs 毛刺脉冲时间 (tglitch) 变为低电平。当 PG 引脚保持低电平时，虚拟电阻器作为虚拟负载对输出电压进行放电。更改 R_{Dummy} 可以调整输出放电时间和放电电流。

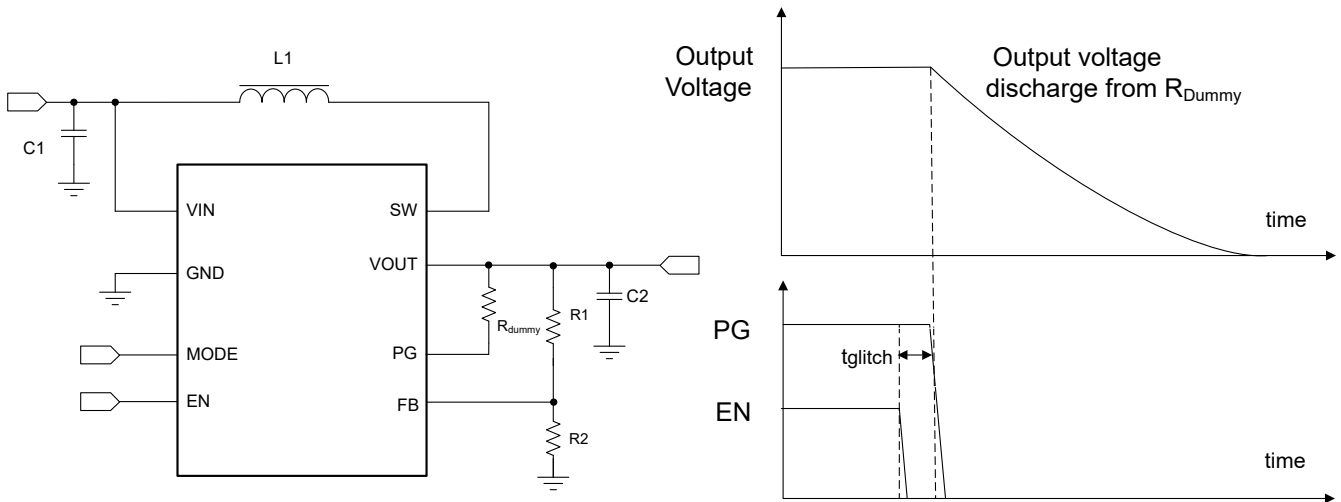


图 3-2. 使用 PG 指示器进行输出放电

3.2 如何选择虚拟电阻

虚拟电阻的值对输出放电时间和最大放电电流都有影响。

考虑到最坏的情况，当系统禁用时，负载电流为 0A，然后通过下式计算输出放电时间：

$$t = (R_{Dummy} + R_{FET}) * C_{OUT} * \ln\left(\frac{1}{r}\right) \approx R_{Dummy} * C_{OUT} * \ln\left(\frac{1}{r}\right) \quad (1)$$

其中

- R_{Dummy} 是虚拟电阻
- R_{FET} 是 PG 引脚中开漏 NMOS 的 R_{ds_on} ，通常比虚拟电阻器小得多，因此可以忽略不计。
- C_{OUT} 是输出电容。
- r 是放电端子电压 (V_{TERMI}) 与标称输出电压 (V_{OUT}) 的比值。

$$r = \frac{V_{TERMI}}{V_{OUT}} \quad (2)$$

需要注意的一点是，如果工程师使用铝电解电容器或钽电容器，则 C_{OUT} 为标称电容，但如果工程师使用陶瓷电容器，在直流偏置电压下评估陶瓷电容器的降额时要小心，直流偏置电压会显著降低有效电容。例如，对于 22uF/10V/0603 封装陶瓷电容器，当直流偏置为 5V 时，有效电容仅为约 5.5uF。因此，使用陶瓷电容器时，建议在估算放电时间时使用标称电容和有效电容的平均值。

例如，当使用两个 22uF/10V/0603 封装陶瓷电容器时，我们得到 $C_{OUT} = 27.5\mu F$ ，如果系统要求电源电压需要在 50ms 内放电至 20% 标称电压 ($r = 0.2$)，则

$$t = R_{Dummy} * C_{OUT} * \ln\left(\frac{1}{r}\right) < 50 \text{ ms} \quad (3)$$

因此最大 R_{dummy} 电阻为 1.11k Ω 。

图 3-3 比较了计算出的放电时间和测试放电时间（基于 $C_{OUT} = 27.5\mu F$ 、 $r = 0.2$ 条件）。

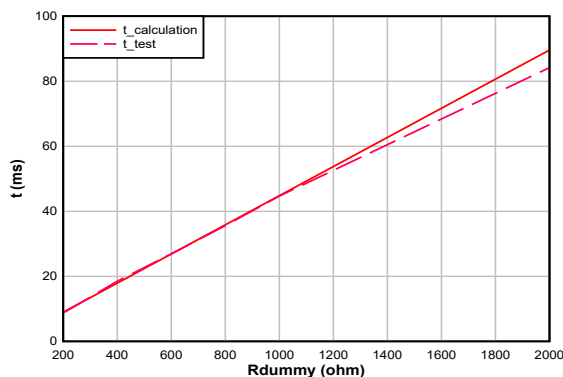


图 3-3. 计算放电时间与测试放电时间的比较

最大放电电流的计算公式如下。工程师需要确保此最大电流不超过 50mA，以避免损坏内部漏极开路 NMOS。

$$I_{DischargeMax} = V_{OUT} / R_{Dummy} \quad (4)$$

4 试验结果

下述是所提出电路的一个示例。图 4-1 列出了外部元件。测试电路基于 TPS61033 EVM。输出电压设置为 5.0V，输出电容为 $2 \times 22 \mu F / 0603 / 10V$ 陶瓷电容，虚拟电阻设置为 200 Ω 。

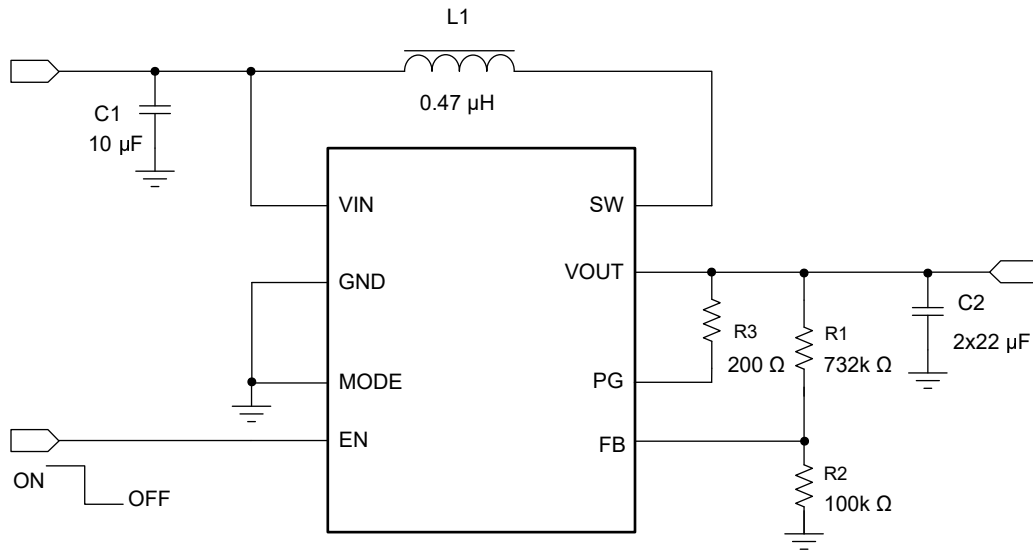


图 4-1. 测试电路

图 4-2 展示了使用上述电路时输出放电功能的测试结果。当输出电压放电至 10% 标称电压 (500mV) 时，放电时间约为 25ms。

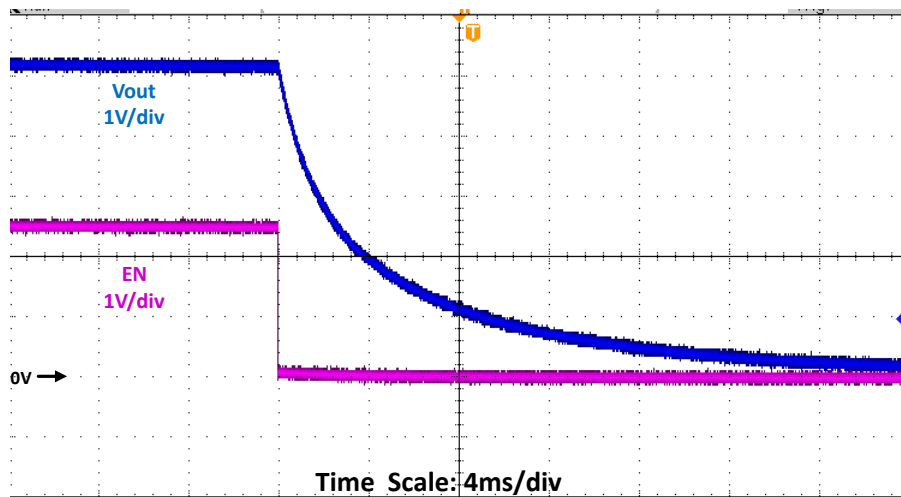


图 4-2. TPS61033 的输出放电功能

5 总结

输出放电功能对于提供正确的电源时序、提高系统可靠性以应对意外电源事件非常重要。本应用手册提供了一种实现输出放电功能的简单方法，还列出了一种估算放电时间的方法以及如何选择虚拟电阻器。

6 参考资料

- 德州仪器 (TI), [TPS61033X 具有输出放电功能的 5.5V 5.5A 2.4MHz 全集成同步升压转换器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI), [TPS61033EVM-105 评估模块](#) 用户指南。
- [电源正常信号](#)。
- 德州仪器 (TI), [请勿保持悬空！关闭具有快速输出放电的输出](#)。

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