

Application Brief

使用具有单输入的 TPLD 控制 RGB LED



Ian Graham

什么是 RGB？

当不同颜色的 LED 靠得很近时，LED 发出的光可以混合在一起，在人眼观察时似乎形成了一个颜色阵列。使用此属性的设计人员可以使用三个 LED 形成彩虹颜色，每个 LED 的颜色不同 - 红色、绿色和蓝色。将三种独立颜色转换为一种合并颜色的一种方法是，使用 HSV（色调、饱和度和值）颜色模型。该模型描述了红色、绿色和蓝色光源不同相对功率值组合的结果。

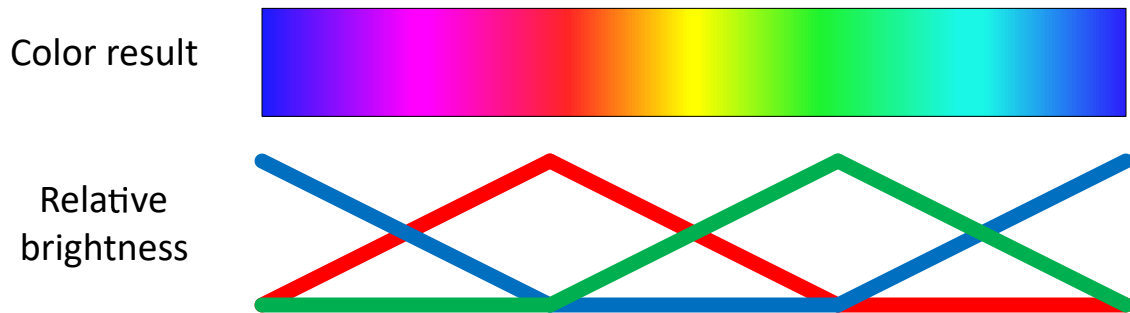


图 1. 功率敏感型 HSV 模型

通常，为了控制 RGB 光源，设计人员可以使用三个 LED 输入：一个输入控制一种颜色。在具有小型 MCU 或可用控制引脚有限的系统，或者需要从控制器远距离驱动控制信号的系统中，这可能会成为一个问题。由于用户需要有效地发送三个信号来控制单个输出，因此这也使由用户直接控制的 LED 复杂化。

使用 TI 的可编程逻辑器件 (TPLD)，设计人员可以将单个控制信号转换为 RGB 值。通过利用 TPLD 的可配置性，用户可实施适合其独特系统的 RGB 控制方法。下面显示了几个可采用的控制方法的简单示例。

连续扫描控制方法

此控制方法通过连续功率敏感型 HSV 模式扫描 RGB LED，如图 2 所示。请注意，此控制方法遵循图 1 中所示的功率敏感型 HSV 模型。

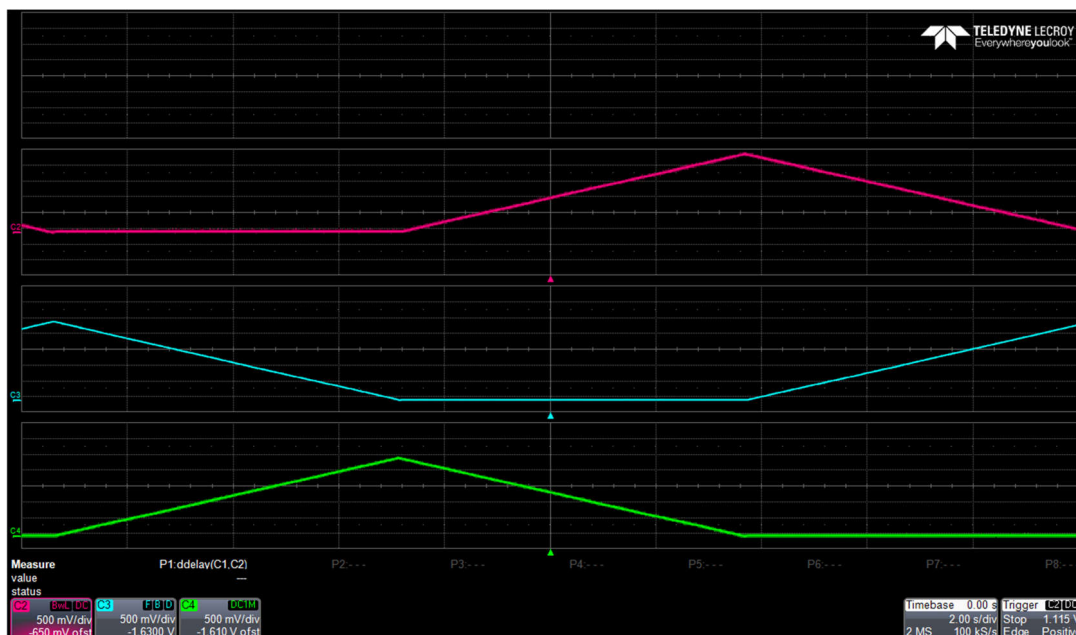


图 2. TPLD 上的功率敏感型 HSV 模型

当 TPLD 输入接收到脉冲时，此输入会停止扫描，并且 LED 会在检测到输入信号时将所处的颜色保持不变。它会保持该颜色直到接收到新脉冲，如图 3 中所示。

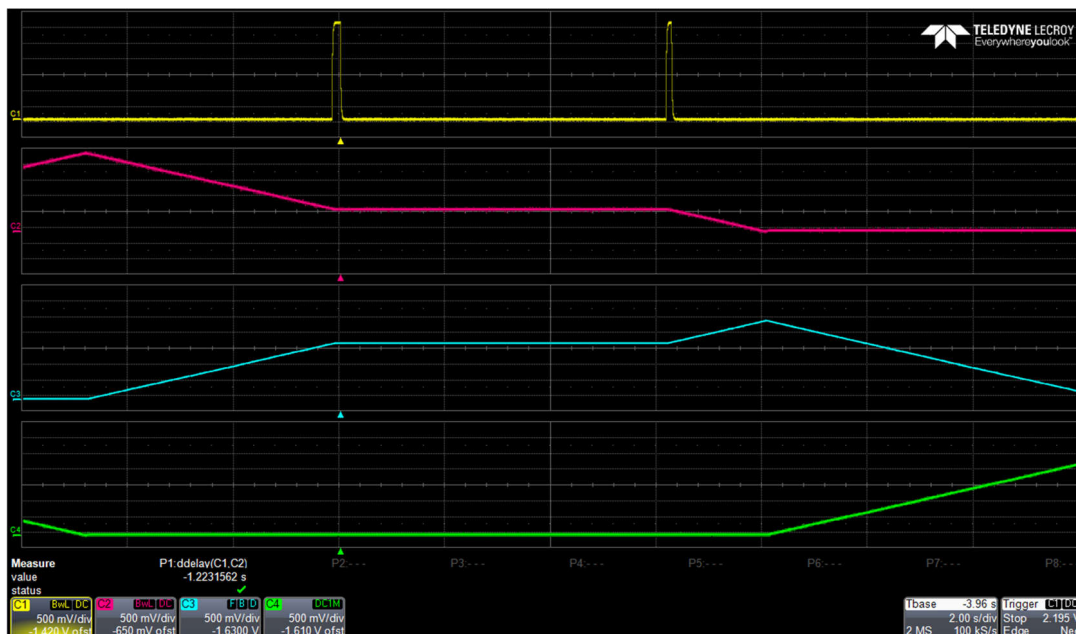


图 3. 连续扫描 RGB 控制方法输出

此方法非常适合人控系统，因为用户可以轻松地从一个系列颜色中进行选择，而无需其他用户界面。连续扫描控制方法的 InterConnect Studio (ICS) 设计如下所示。组 0 和 1 与所示的电路等效，用于创建蓝色输出。

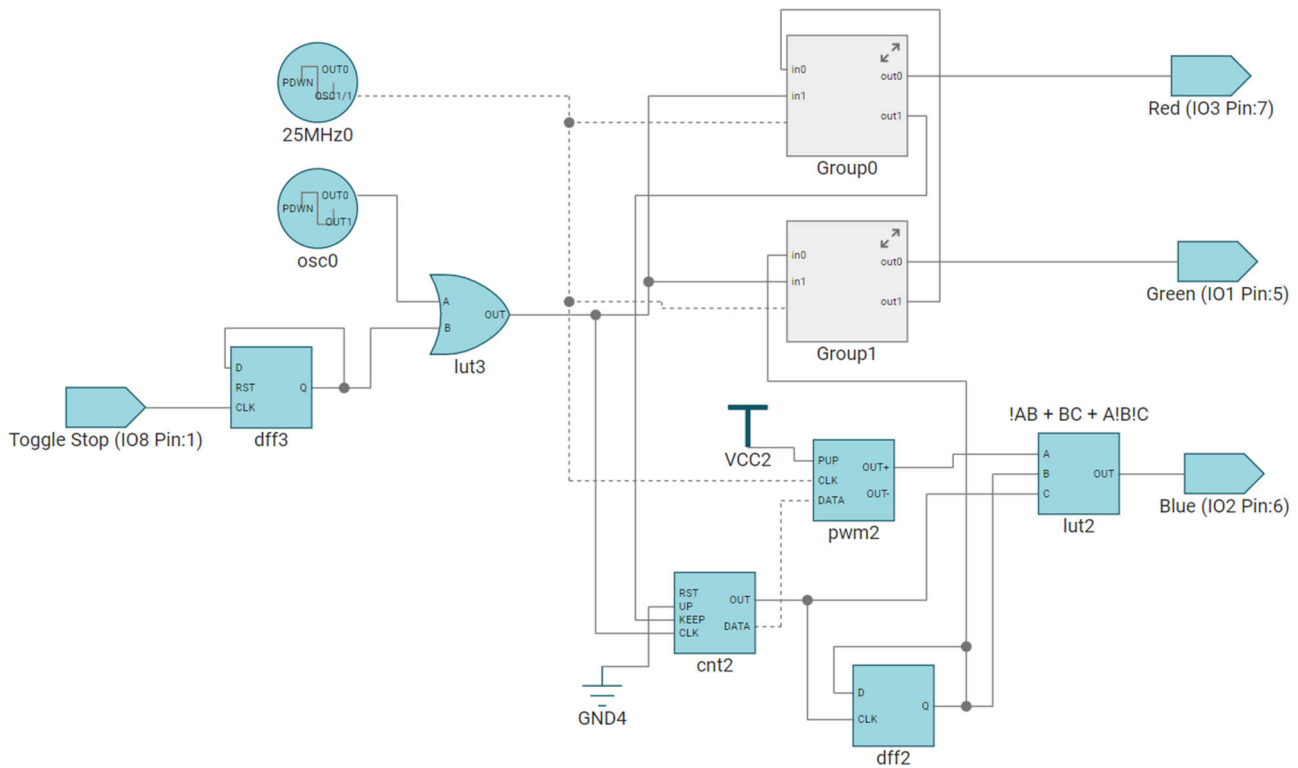


图 4. ICS 中的连续扫描 RGB 控制方法

轮换 LED 控制方法

该控制方法允许设计人员一次控制一种颜色。在高电平输入脉冲上，其中一个红色、绿色或蓝色 LED 的相对功率会增加，在达到最大电势功率后循环回 0。发送下一个输入脉冲后，该脉冲将控制 RGB 序列中的下一种颜色，在成为蓝色之后循环回红色。图 5 所示为通道 1，其中显示输入，而其他通道显示 RGB 输出。



图 5. 轮换 LED 控制输出

这种方法非常适合 MCU 受控系统，因为 MCU 可以轻松跟踪当前 LED 颜色并可以计算脉冲变为所需颜色所需的持续时间。虽然此方法可以通过一系列颜色循环到达目标颜色，并通过 MCU 控制输入脉冲，但这种方法很容易实现颜色循环，达到所需颜色的速度比人类感知到的速度更快。与输出一致亮度的连续扫描示例不同，该方法还允许设计人员独立控制每个 LED 的亮度。图 6 中显示了轮换 LED 控制方法的 InterConnect Studio (ICS) 设计。

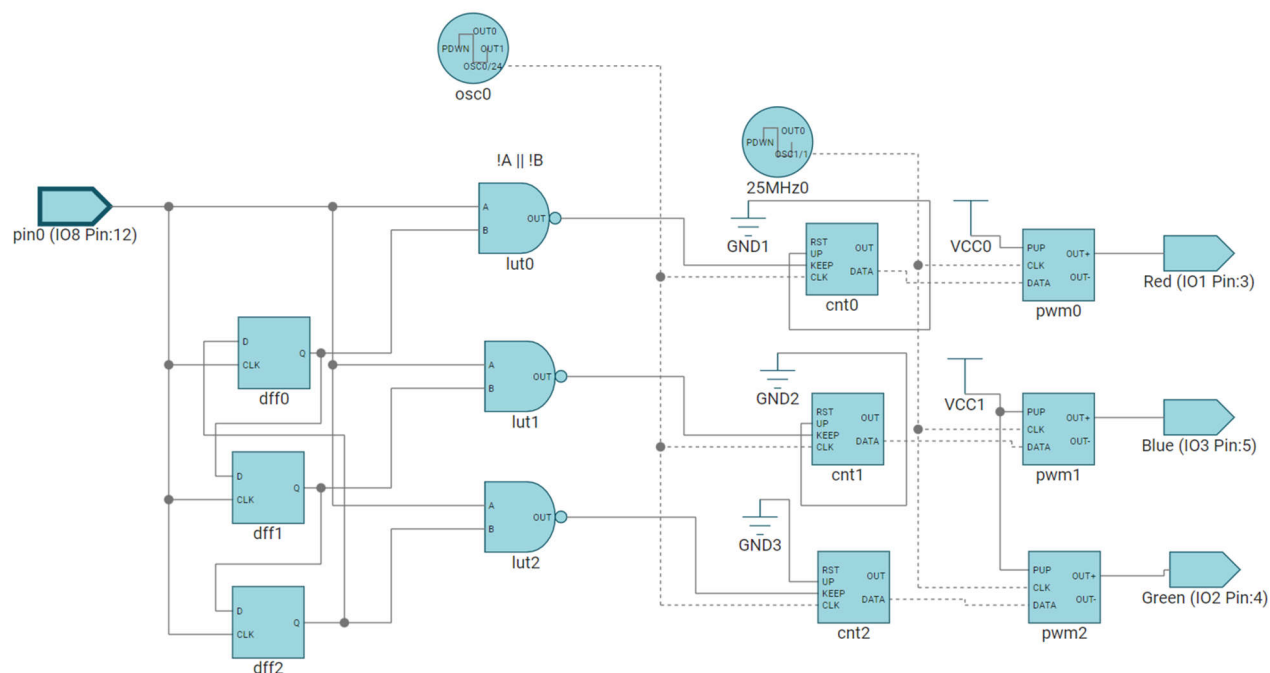


图 6. ICS 中的轮换 LED 控制方法

系统设计

上面显示的两个示例可作为构建基线（如果需要）。可以向控制器添加许多改进和特性，以使该基线与设计人员的系统更兼容。例如，可在系统输入端添加智能按钮，这样一来，如果输入保持高电平足够长时间，系统可复位至已知状态。

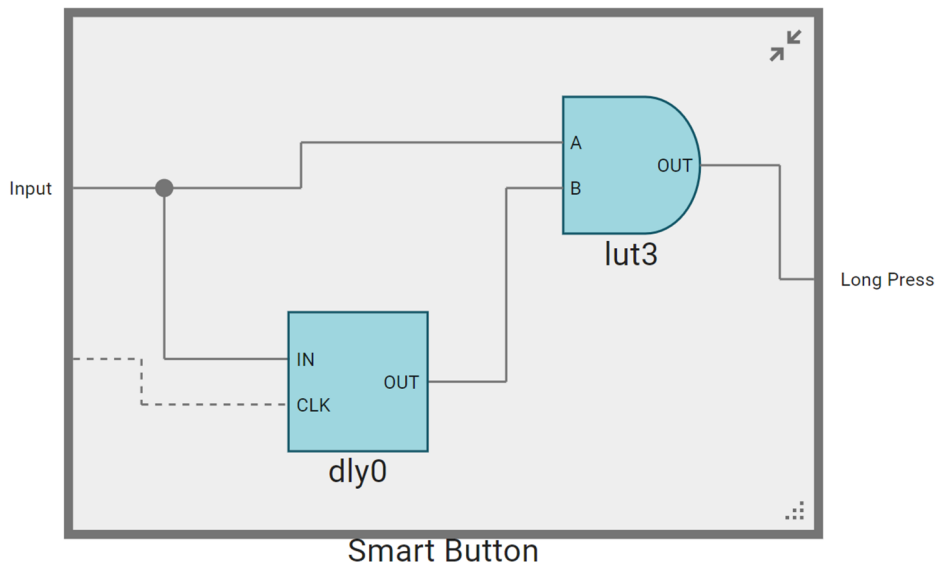


图 7. ICS 中的智能按钮

智能按钮输出在轮换 LED 控制原理图中实现, 可以将触发器和 PWM 发生器复位为系统的初始状态。轮换 LED 控制方法的 ICS 设计增加了复位功能。在此设计中, 一旦输入变为高电平的时间略长于整个 LED 周期, 智能按钮就会输出高电平。

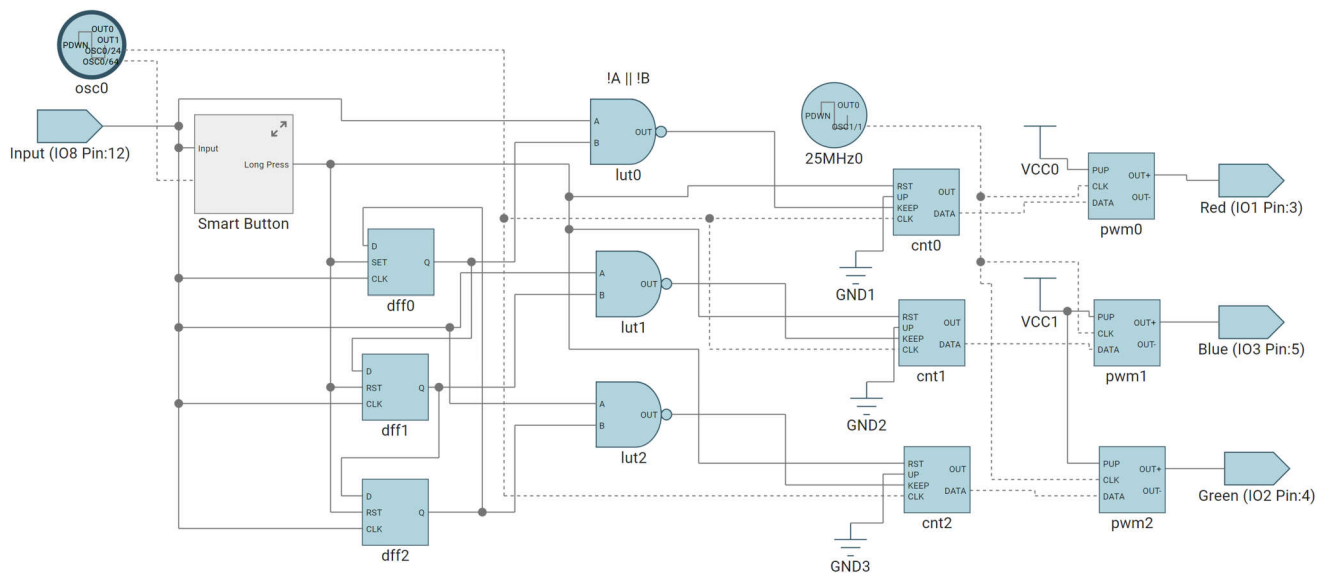


图 8. ICS 中具有复位的轮换 LED 控制方法

将此项添加到控制方案中，这样 MCU 可以在必要时重新获得对 LED 的控制，使得以电子方式控制 LED 更容易。如果 MCU 需要复位，可强制 LED 恢复启动条件。如图 9 中所示，示波器屏幕截图显示了增加了重置功能的轮换 LED 控制设计的功率平均输出。请注意，RGB 输出在长输入脉冲后复位为启动条件。

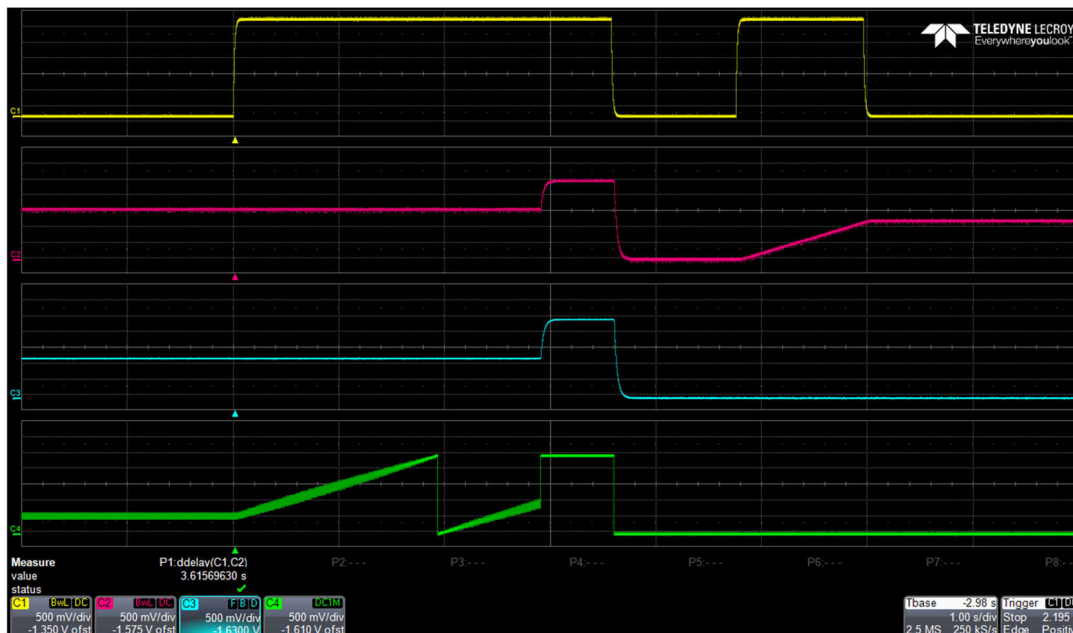


图 9. 具有复位输出的轮换 LED 控制方法

轮换 LED 控制设计输入上的智能按钮存在另一种用途，即允许使用短脉冲控制颜色的变化。图 10 中显示了增加通道选择功能的轮换 LED 控制方法的 (ICS) 设计。在此设计中，一旦输入保持高电平的时间超过 LED 完整周期的约四分之一，智能按钮就会输出高电平。

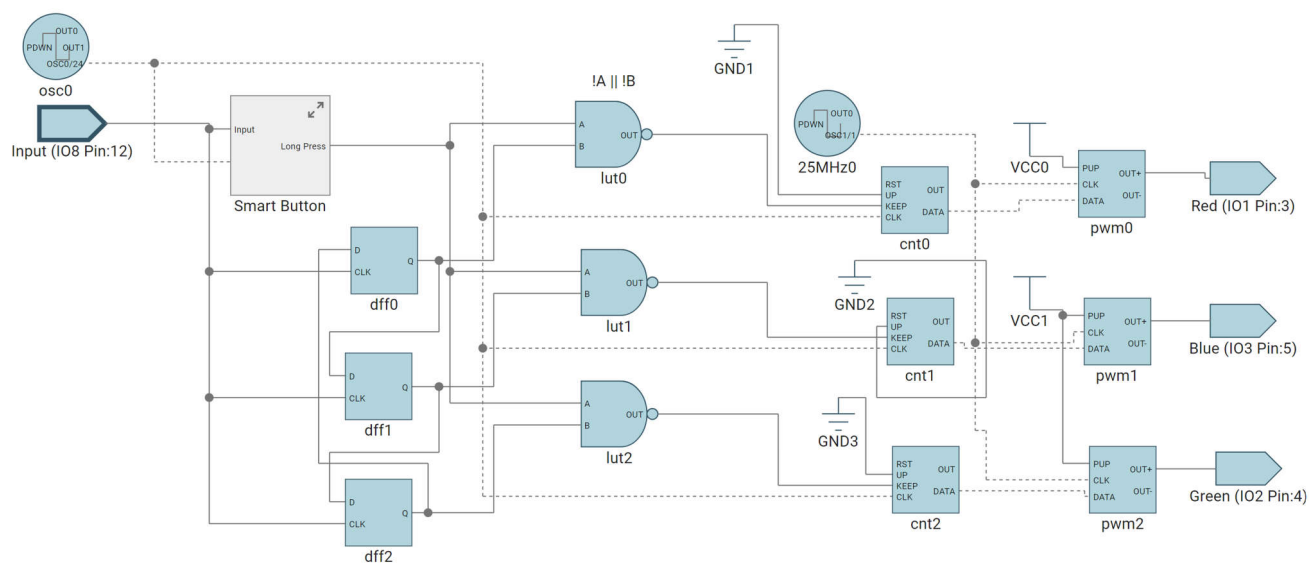


图 10. ICS 中具有通道选择功能的轮换 LED 控制方法

在此设计中，LED 亮度只有在高电平输入出现短暂的延迟后才会变化，因此短暂的输入脉冲可以在 LED 中轮换而不影响输出。

如图 11 中所示，示波器屏幕截图显示了增加了通道选择功能的轮换 LED 控制设计的功率平均输出。请注意，蓝色输出不会由于短脉冲而发生变化，因此允许控制器从绿色输出移动到红色输出。



图 11. 具有通道选择特性输出的轮换 LED 控制方法

TPLD 让设计人员只需使用一个器件即可自定义自己的控制方案，从而满足其系统的独特限制。这可以减小总设计尺寸，并为系统带来独特的优势，例如限制 MCU 的负载以控制输出或简化面向用户的界面。有关 TPLD 的更多信息，请访问 [TPLD1202 产品页面](#)或在 [TI E2E™ 逻辑支持论坛](#)上向我们的工程师提问。

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司