

## Application Note

## 提高电器应用的 TLC59283 控制环路稳定性



Jared Zhou, Qingwei Shen

## 摘要

TLC59283 是一款 16 通道恒流 LED 驱动器，广泛应用于家用电器市场。随着控制和指示功能变得越来越丰富和多样化，多板系统是满足该要求的主要设计之一。另外，寄生参数随着布线和电缆长度的增加而变大。这可能会改变环路特性，尤其是对于电流吸收器控制环路。增加的寄生电感可能会导致环路稳定性问题，在某些特定应用条件下，可以在电流阱和外部 FET 上观察到高频谐波。本文说明了高频谐波和振铃的原因，并提供了用于解决这些问题的设计。

## 内容

<b>1 TLC59283 时分多路复用简介</b> .....	2
<b>2 TLC59283 振铃仿真评估</b> .....	3
2.1 板载小寄生电感 $V_{in}$ 和 GND 且不含 $C_{sink}$ .....	3
2.2 板载寄生电感 $V_{in}$ 和 GND 且含 4.7nF $C_{sink}$ .....	5
2.3 客户电路板上具有寄生电感 $V_{in}$ 和 GND 且不含 $C_{sink}$ .....	6
2.4 客户电路板上具有寄生电感 $V_{in}$ 和 GND 且含 4.7nF $C_{sink}$ .....	8
<b>3 TLC59283 振铃基准评估</b> .....	8
3.1 没有 $R_{sink}$ 和 $C_{sink}$ 情况下的基准测试.....	8
3.2 使用 1nF $C_{sink}$ 时的基准测试.....	9
3.3 使用 10nF $C_{sink}$ 时的基准测试.....	9
3.4 使用 150 $\Omega$ $R_{sink}$ 时的基准测试.....	10
<b>4 RC 电路中电阻值的计算</b> .....	11
<b>5 总结</b> .....	11
<b>6 参考资料</b> .....	11

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 TLC59283 时分多路复用简介

针对系统中没有足够的 I/O 来控制晶体管，TI 提出了一种使用 TLC59283 实现时分多路复用的方案，开发者可以使用类似于图 1-1 的方框图来驱动 64 个 LED。TLC59283 使用八个 PNP 晶体管来切换公共线路，并形成 8 路多路复用方案。这八个晶体管由 TLC59283 的输出控制，所以减少了 I/O 数量。如需了解更多详细信息，请参阅 [使用 TLC59283 提供 LED 指示，从而实现更好的亮度均匀性、更小的尺寸和重影消除](#)。

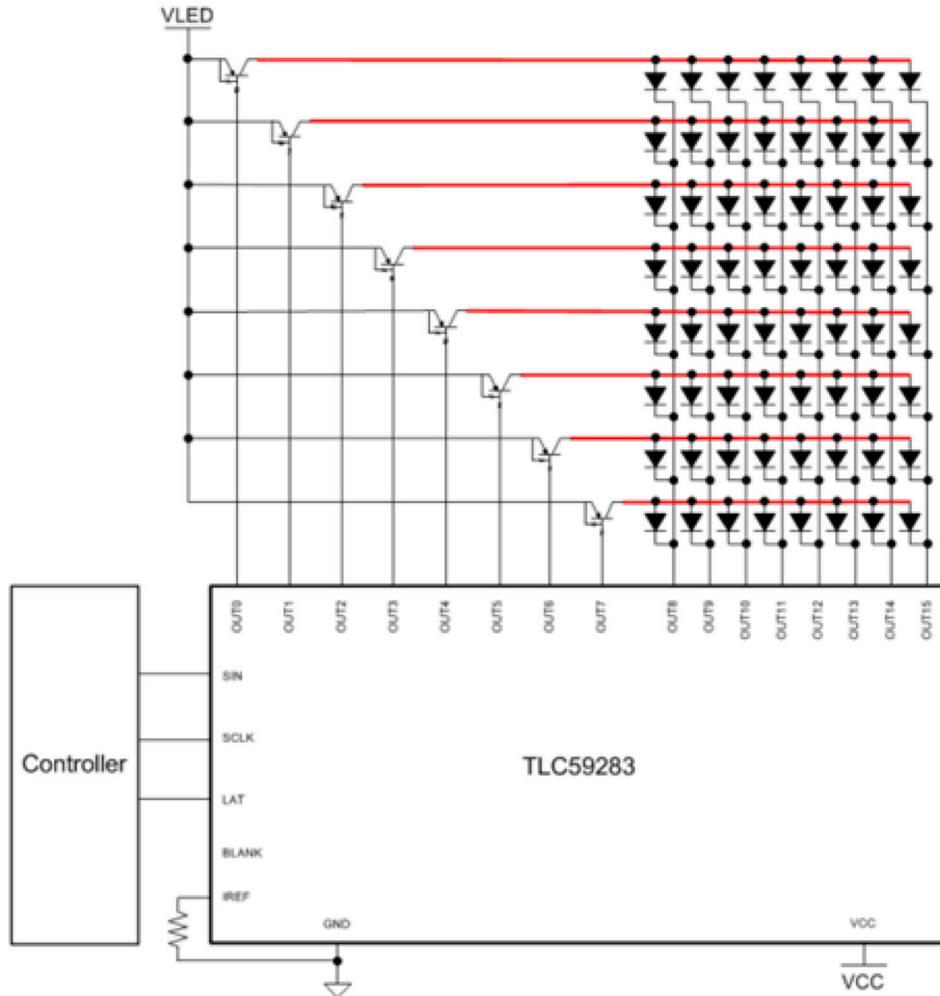


图 1-1. 使用 TLC59283 且 MCU I/O 较少的时分多路复用电路

在智能家用电器市场中，以前提出的方案可能会导致输出振铃，因为于引线太长导致寄生电感相对较大。本文针对振铃现象提出了一种设计方案，并提供了仿真和基准测试的结果。

## 2 TLC59283 振铃仿真评估

建议在输出端添加并联电容器以减少输出振铃。如果可能，最好串联一个电阻器。图 2-1 展示了主要寄生电感。

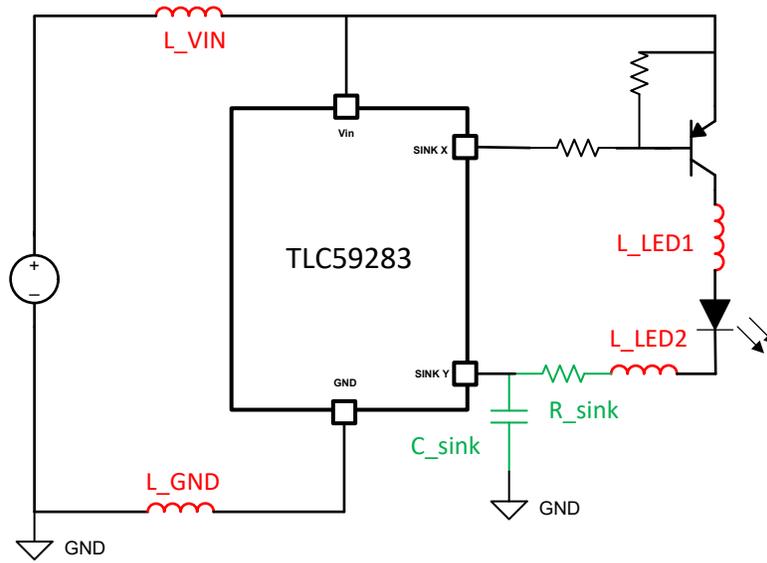


图 2-1. 主要寄生电感

### 2.1 板载小寄生电感 Vin 和 GND 且不含 C\_sink

图 2-2 模拟的是  $L_{VIN}=20\text{nH}$ 、 $L_{GND}=10\text{nH}$ 、 $L_{LED1}=10\text{nH}$ 、 $L_{LED2}=10\text{nH}$  且  $V_{in}=5\text{V}$  条件下的理想小寄生电感。

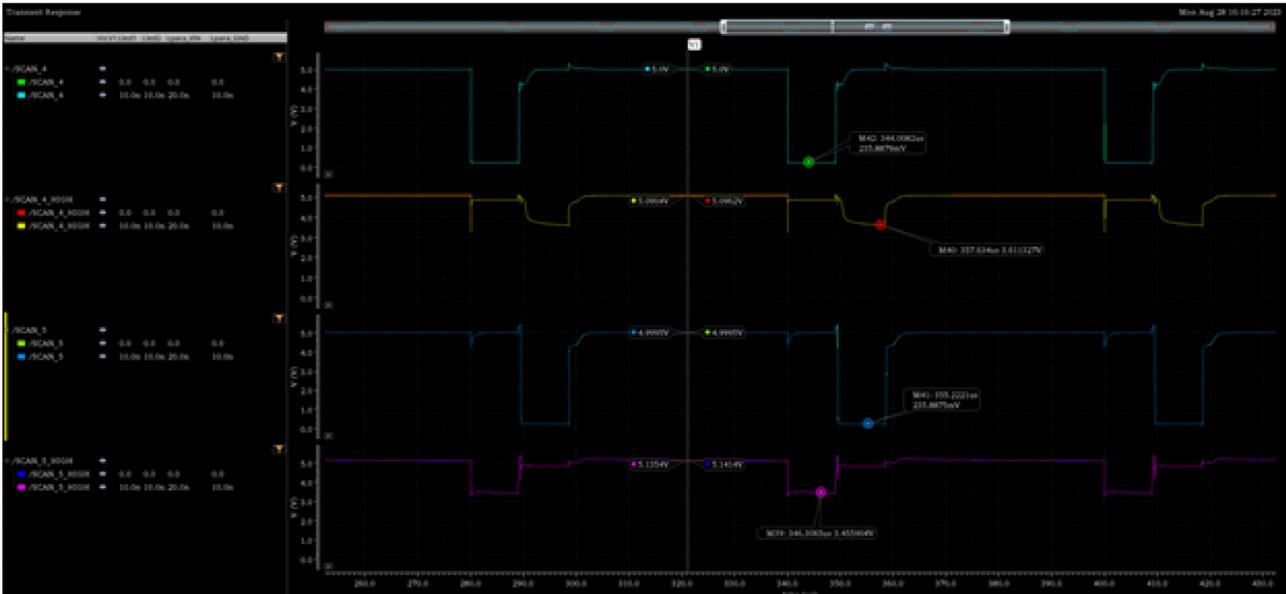


图 2-2. 板载小寄生电感 Vin 和 GND 且不含 C\_sink

### 2.1.1 只添加 L\_LED1

只添加 L\_LED1，当 L\_LED1 > 610nH 时开始出现振铃

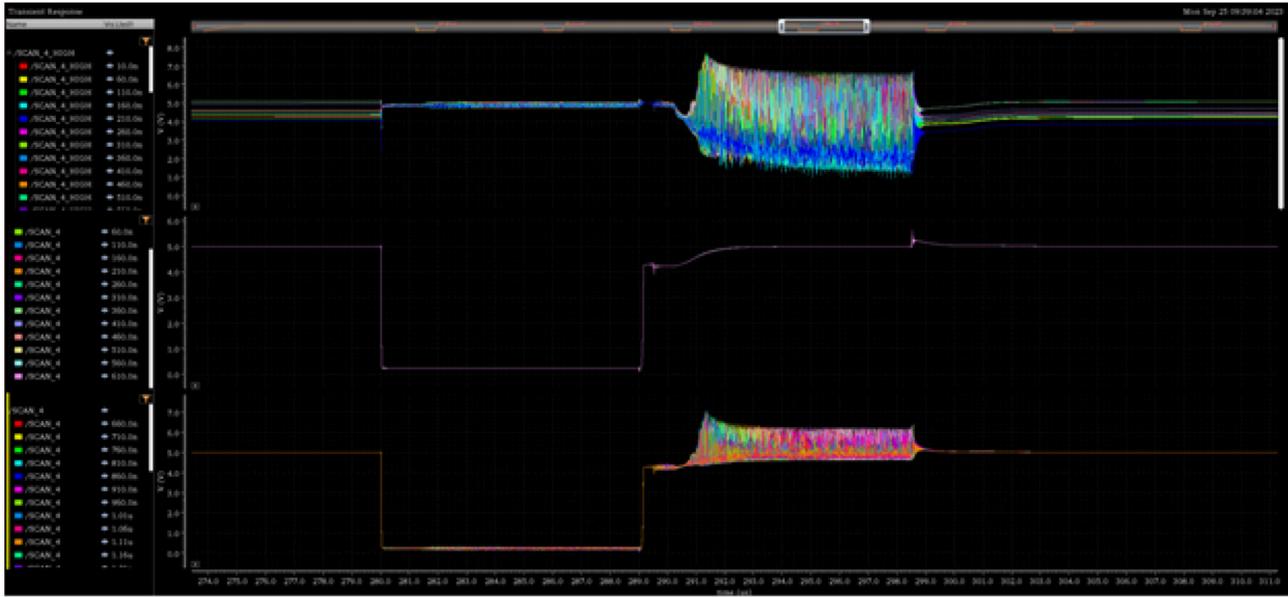


图 2-3. 只添加 L\_LED1 且 C\_sink 不计入寄生电感

### 2.1.2 只添加 L\_LED2

只添加 L\_LED2，当 L\_LED2 > 560nH 时开始出现振铃。

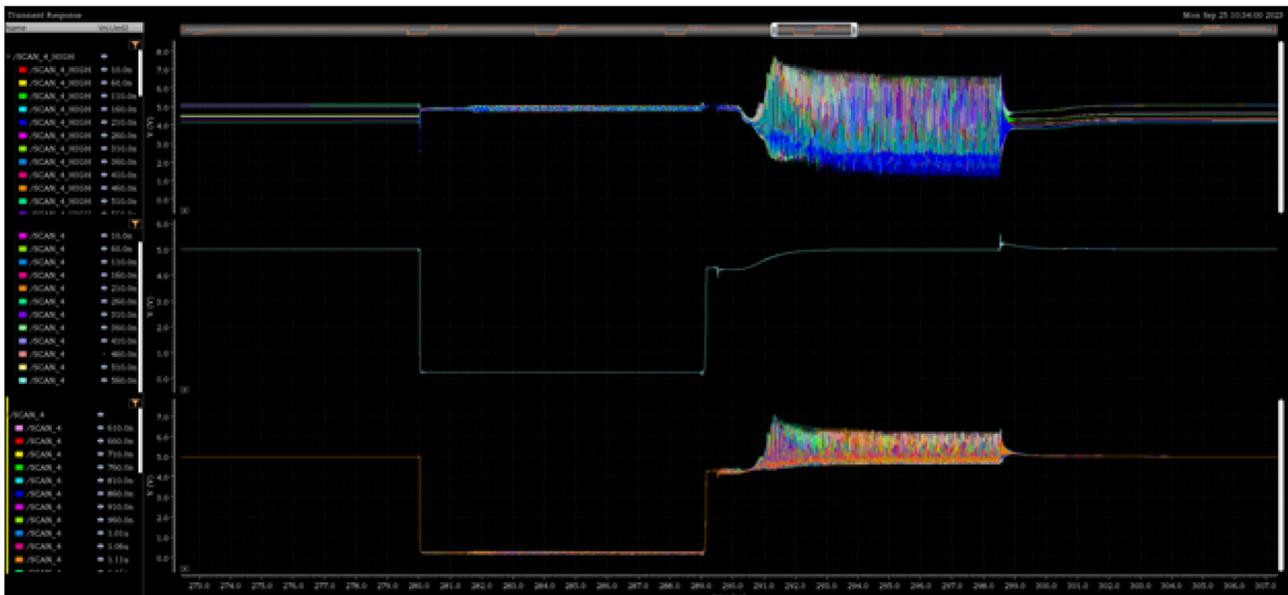


图 2-4. 只添加 L\_LED2 且 C\_sink 不计入寄生电感

## 2.2 板载寄生电感 Vin 和 GND 且含 4.7nF C<sub>sink</sub>

### 2.2.1 L\_LED1 达到 3uH

条件依然是 Vin=5V、L\_VIN=20nH、L\_GND=10nH 且 L\_LED2=10nH，并只添加 L\_LED1，即使 L\_LED1 达到 3uH，也不会出现振铃。

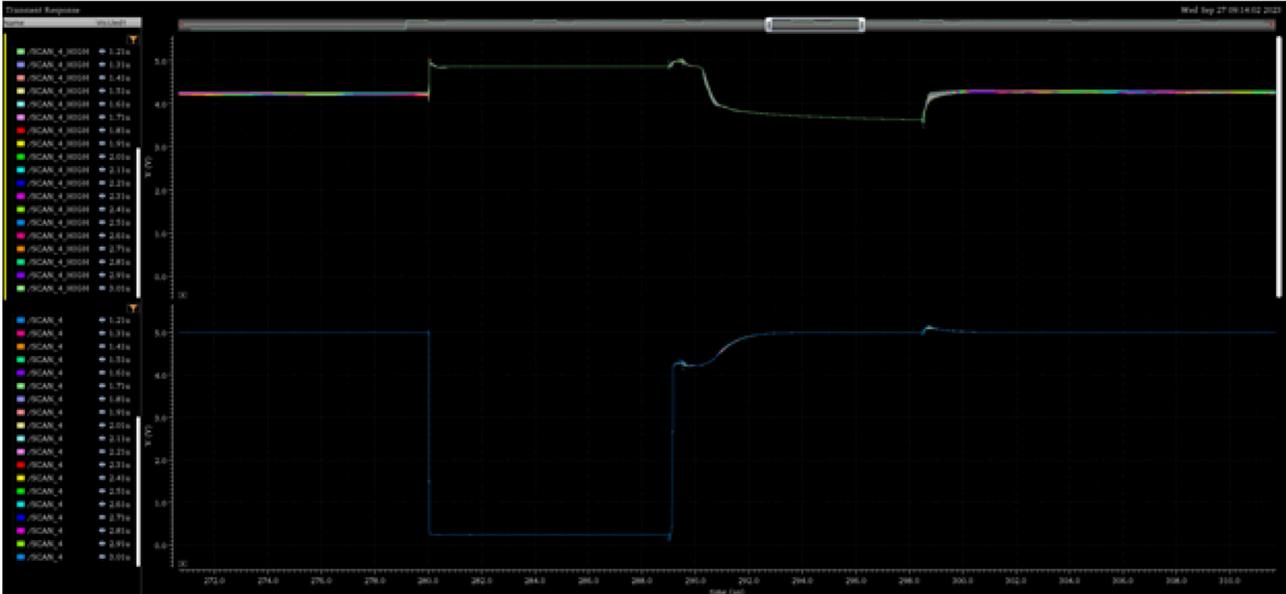


图 2-5. 只添加 L\_LED1 且将 C<sub>sink</sub> 计入寄生电感

### 2.2.2 L\_LED2 达到 3uH

条件依然是 Vin=5V、L\_VIN=20nH、L\_GND=10nH 且 L\_LED2=10nH，并只添加 L\_LED1，即使 L\_LED1 达到 3uH，也不会出现振铃。

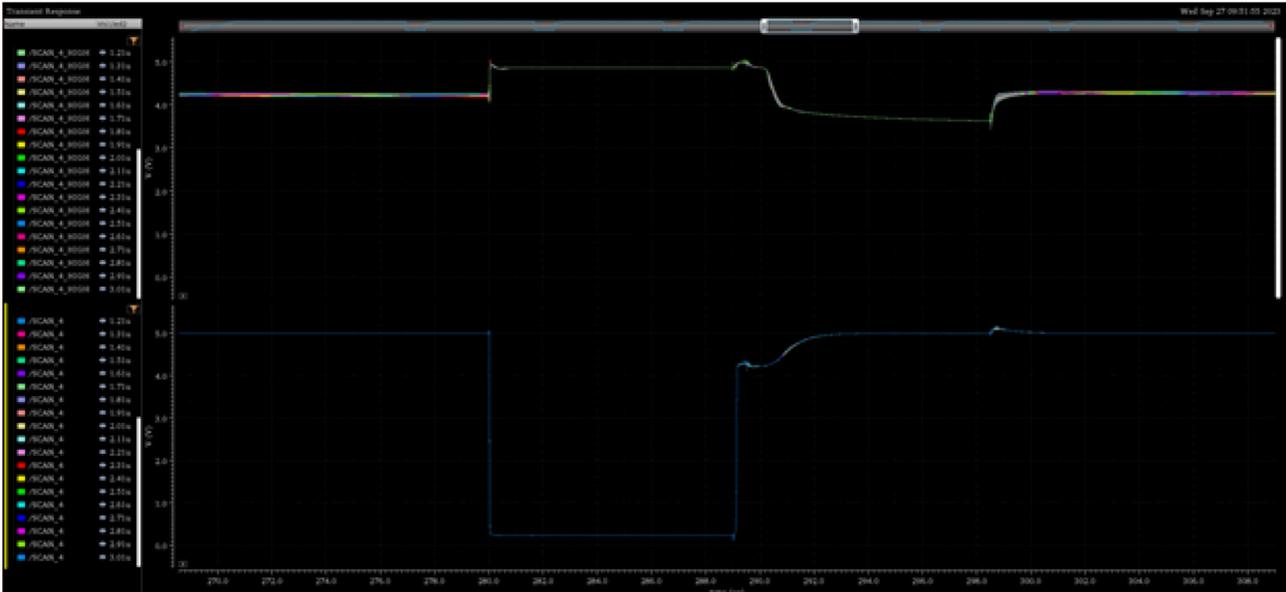


图 2-6. 只添加 L\_LED2 且将 C<sub>sink</sub> 计入寄生电感

### 2.3 客户电路板上具有寄生电感 $V_{in}$ 和 GND 且不含 $C_{sink}$

$V_{in}=5V$ 、 $L_{VIN}=100nH$ 、 $L_{GND}=80nH$ 、 $L_{LED1}=10nH$  且  $L_{LED2}=10nH$

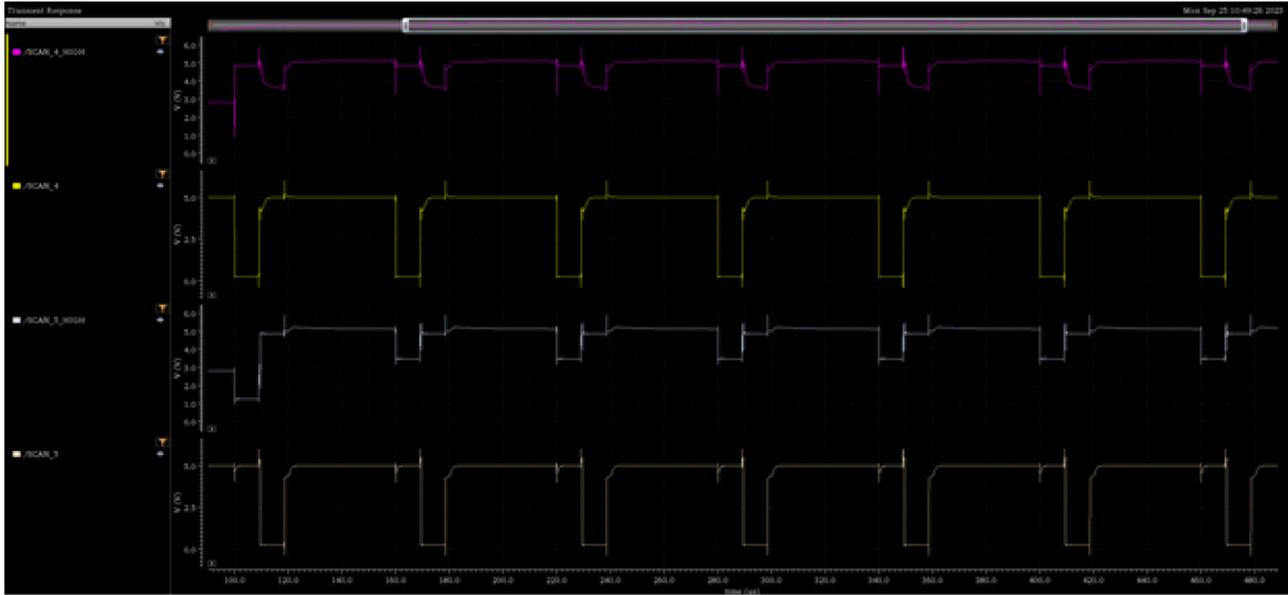


图 2-7. 客户电路板上具有寄生电感  $V_{in}$  和 GND 且不含  $C_{sink}$

#### 2.3.1 只添加 $L_{LED1}$

只添加  $L_{LED1}$ ，当  $L_{LED1} > 370nH$  时开始出现振铃

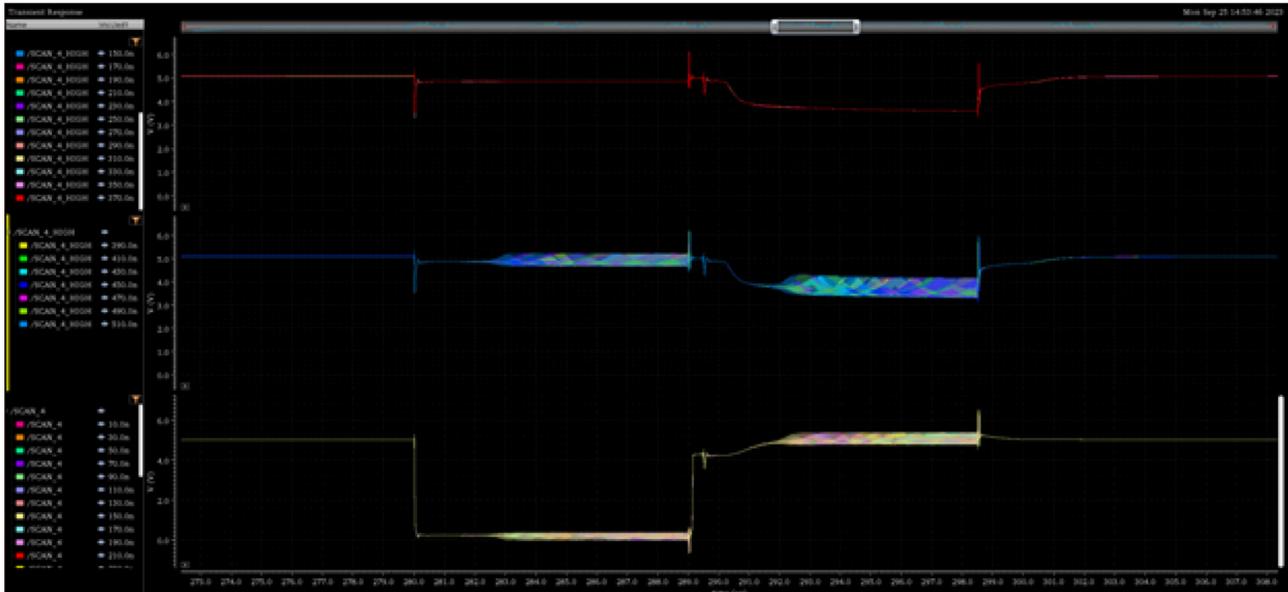


图 2-8. 仅在客户电路板上添加  $L_{LED1}$  而没有  $C_{sink}$

### 2.3.2 只添加 L\_LED2

只添加 L\_LED2，当 L\_LED2 > 370nH 时开始出现振铃

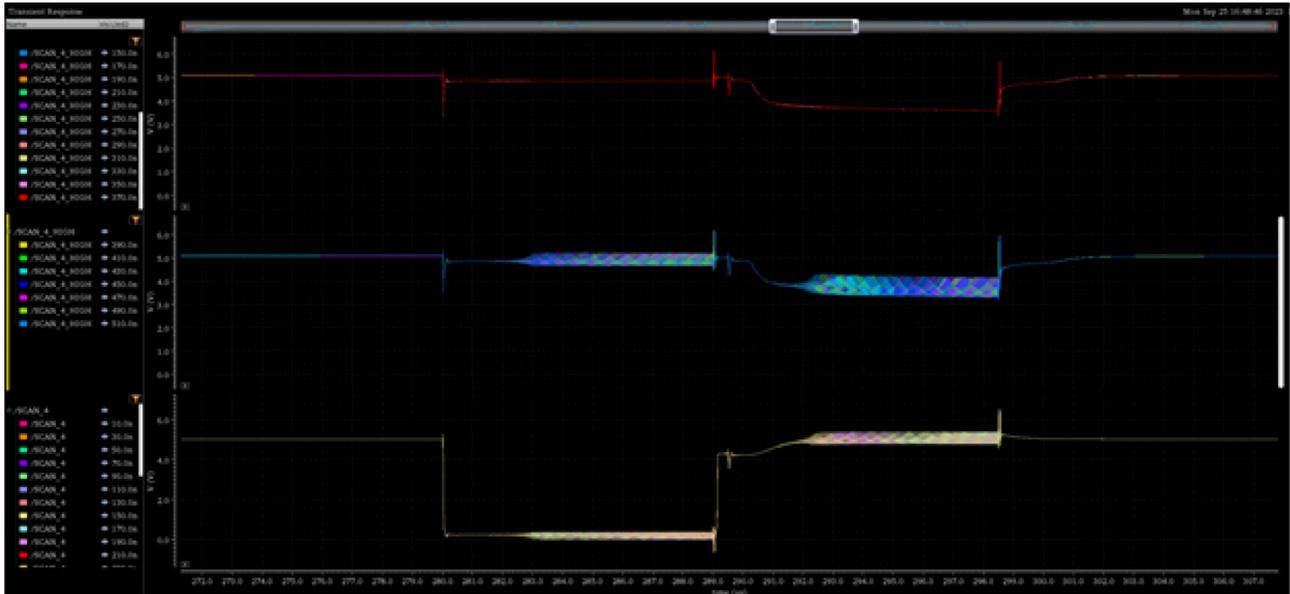


图 2-9. 仅在客户电路板上添加 L\_LED2 而没有 C\_sink

### 2.3.3 添加 L\_LED1 和 L\_LED2

只有 L\_LED1 和 L\_LED2 的值相同，当 L\_LED1 = L\_LED2 = 200nH 时，才会开始出现振铃

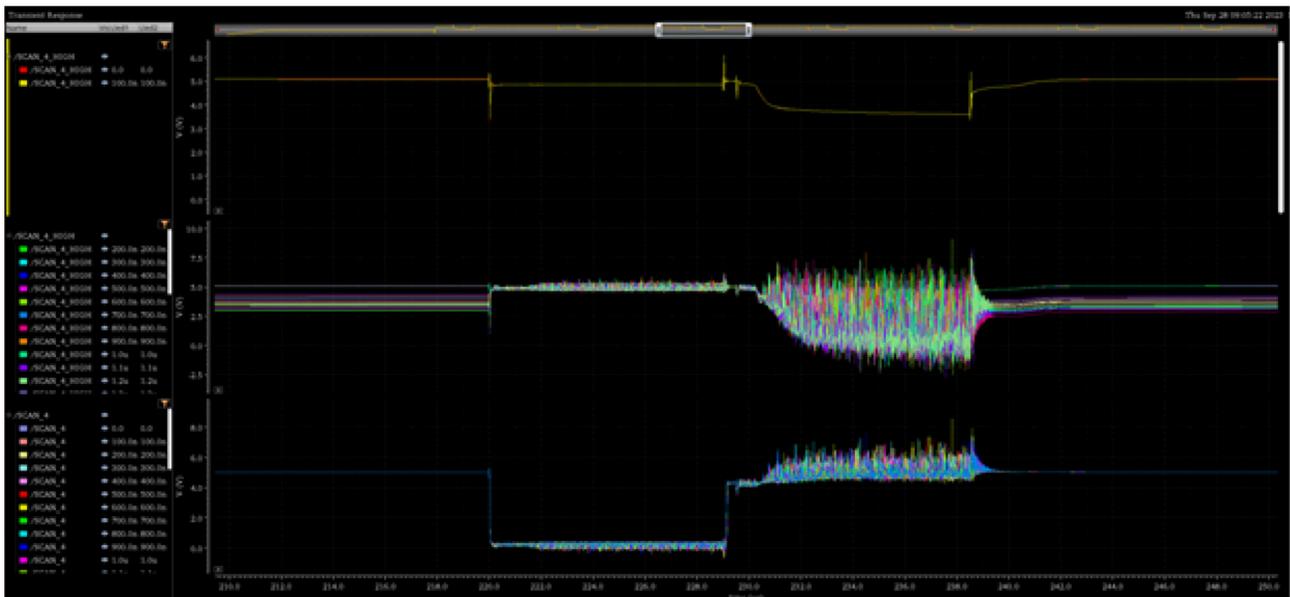


图 2-10. 在没有 C\_sink 的客户电路板上添加 L\_LED1 和 L\_LED2

## 2.4 客户电路板上具有寄生电感 $V_{in}$ 和 GND 且含 $4.7nF$ $C_{sink}$

$V_{in}=5V$ 、 $L_{VIN}=100nH$ 、 $L_{GND}=80nH$ ，添加相同值的  $L_{LED1}$  和  $L_{LED2}$ ，即使  $L_{LED1}$  和  $L_{LED2}$  达到  $3\mu H$ ，也不会出现振铃。

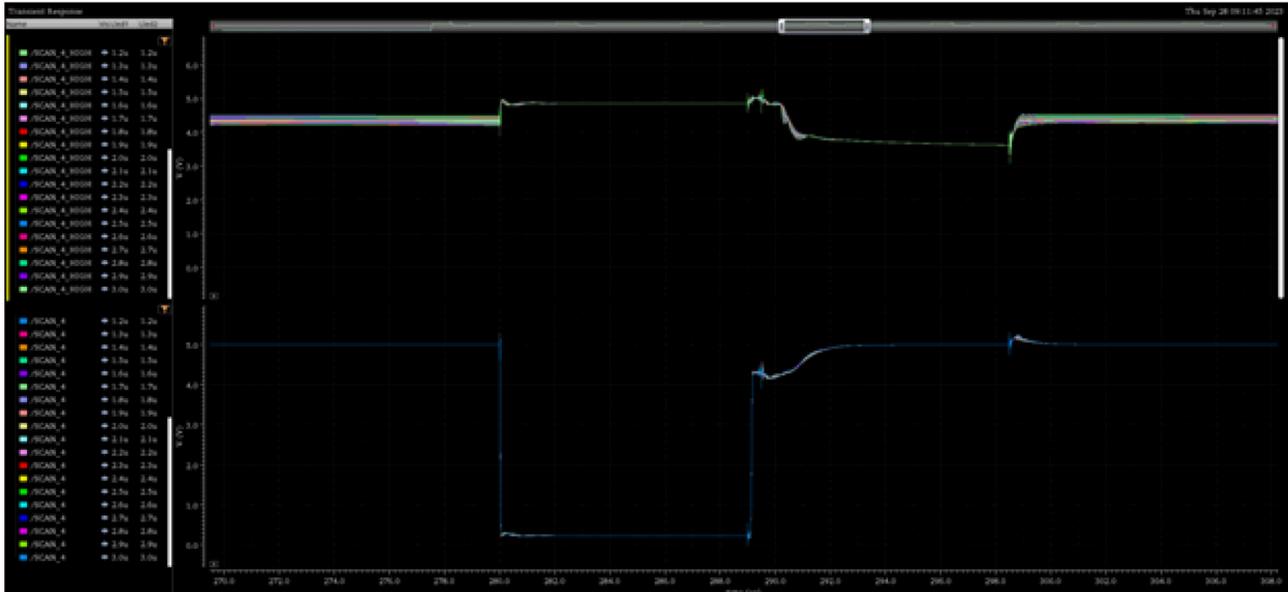


图 2-11. 客户电路板上具有寄生电感  $V_{in}$  和 GND 且含  $C_{sink}$

## 3 TLC59283 振铃基准评估

这里使用了长期外部照明板来模拟 EVM 板上寄生电感相对较大的情况。然后，在使用和不使用 RC 滤波器电路的情况下捕获了波形。

### 3.1 没有 $R_{sink}$ 和 $C_{sink}$ 情况下的基准测试



图 3-1. 没有  $R_{sink}$  和  $C_{sink}$  情况下的基准测试

### 3.2 使用 1nF C\_sink 时的基准测试

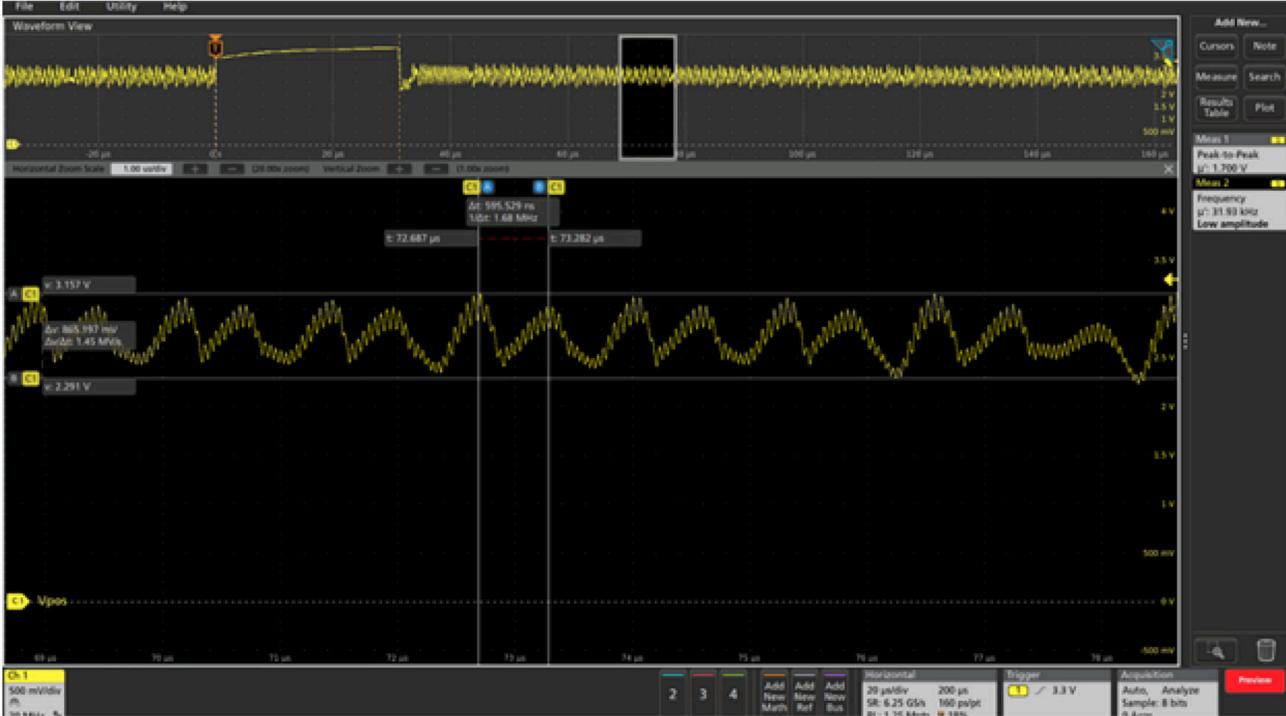


图 3-2. 使用 1nF C\_sink 时的基准测试

### 3.3 使用 10nF C\_sink 时的基准测试



图 3-3. 使用 10nF C\_sink 时的基准测试

### 3.4 使用 150 Ω R\_sink 时的基准测试

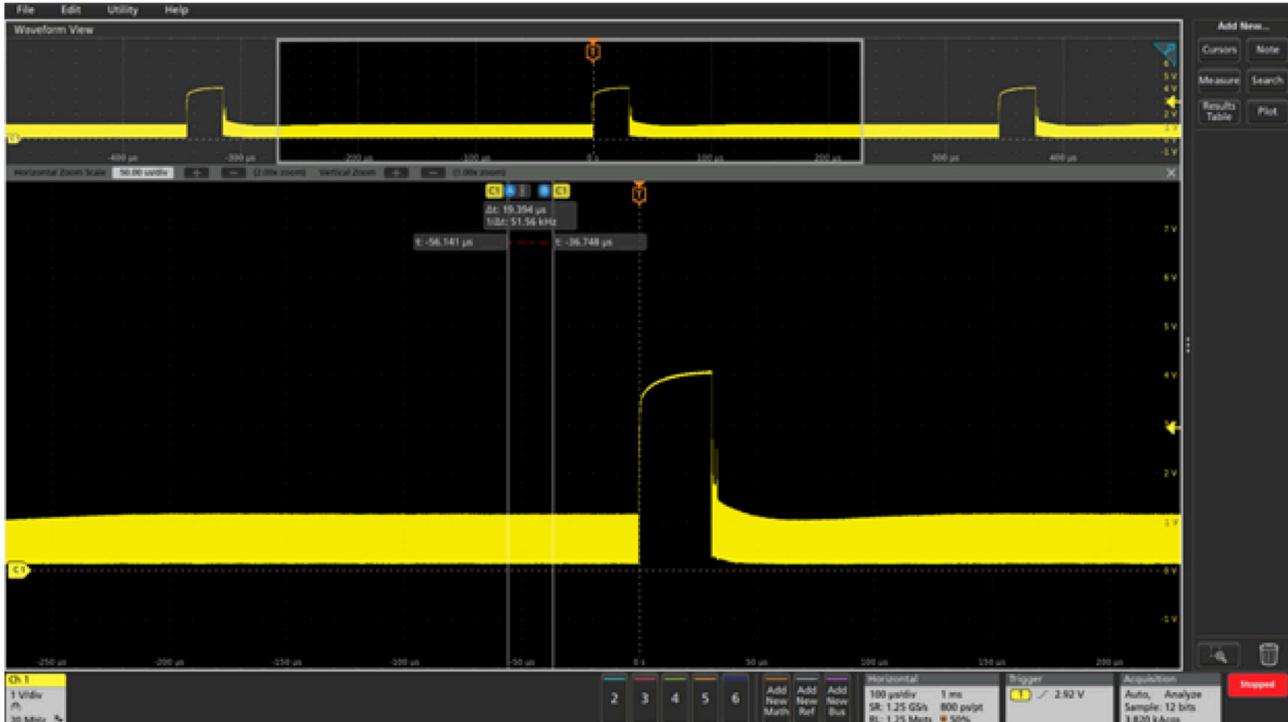


图 3-4. 使用 150 Ω R\_sink 时的基准测试

#### 3.4.1 使用 10nF C\_sink 和 150 Ω R\_sink 时的基准测试

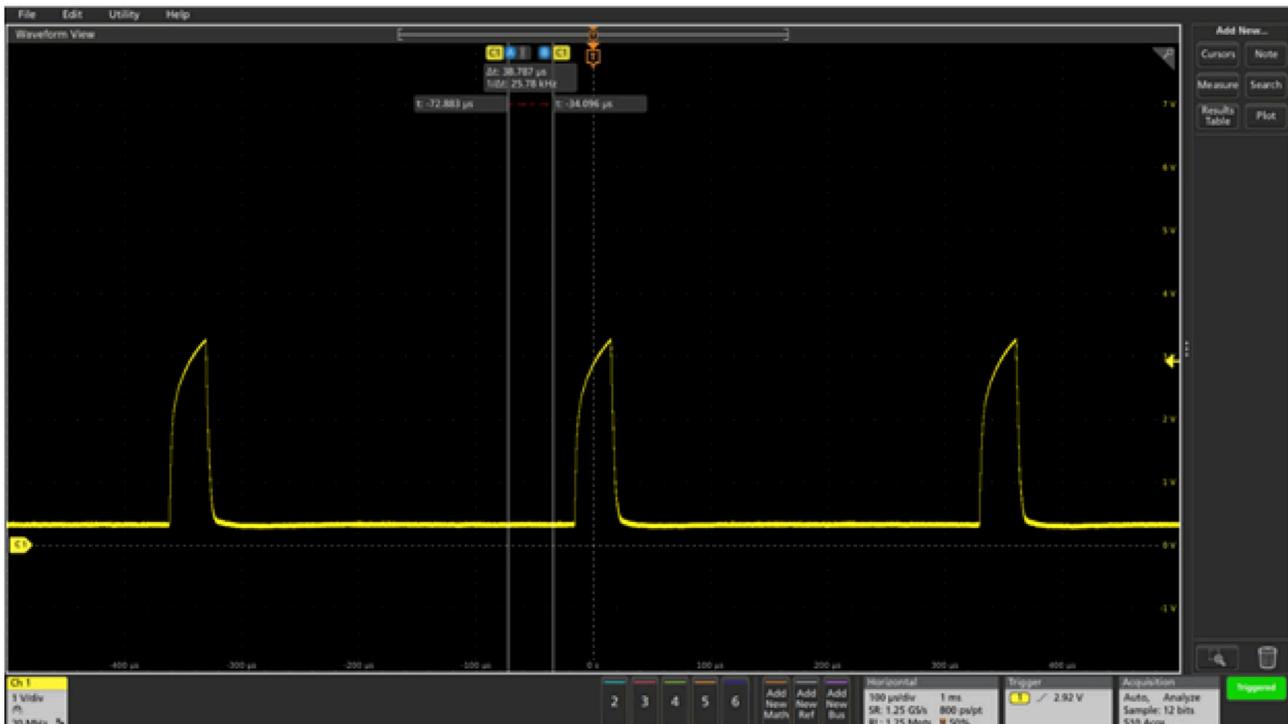


图 3-5. 使用 10nF C\_sink 和 150 Ω R\_sink 时的基准测试

## 4 RC 电路中电阻值的计算

通常，串联电阻的值由设置电流决定。输出引脚上的压降需要满足最小余量电压的要求。

我们假设输出的最小余量电压为 0.5V。因此，计算需要：

$$V_o = V_{LED} - V_d - V_f - I_{set} * R > 0.5V \quad (1)$$

$V_o$	输出电压
$V_{LED}$	VLED 的电压
$V_d$	BJT 上的压降
$V_f$	LED 的正向电压
$I_{set}$	设置电流
$R$	串联电阻的值

## 5 总结

相对较大的寄生电感确实会导致 TLC59283 输出振铃，但这可以通过添加 RC 电路来解决。我们建议在输出端并联一个 10nF 电容器并串联一个电阻器。串联电阻的值可以参考下面的计算。

## 6 参考资料

- 德州仪器 (TI), [TLC59283 具有预充电 FET 的 16 通道恒流 LED 驱动器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI), [使用 TLC59283 提供具有更好亮度的 LED 指示](#) 数据表。

## 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