

Analog Engineer's Circuit

激光雷达接收器比较器电路

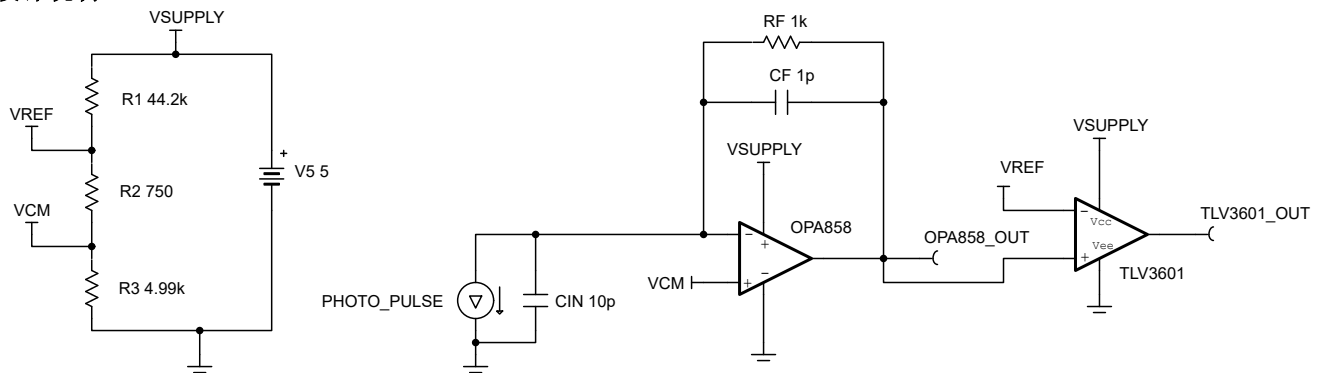


Amplifiers

设计目标

系统电源	光电二极管输入 电流脉冲宽度	跨阻放大器		输出类型	最大传播延迟
5V	3ns	高带宽	100mV 输出摆幅	单端	4ns

设计说明



激光雷达接收器电路

该电路必须能够检测光电二极管上从光脉冲接收到的 3ns 脉冲。为此，需要一个跨阻放大器和一个高速比较器。为了满足传播延迟要求，此设计使用了具有 FET 输入的 OPA858 5.5GHz 增益带宽积、解补偿跨阻放大器和具有推挽输出的 TLV3601 2.5ns 高速轨到轨比较器。

设计说明

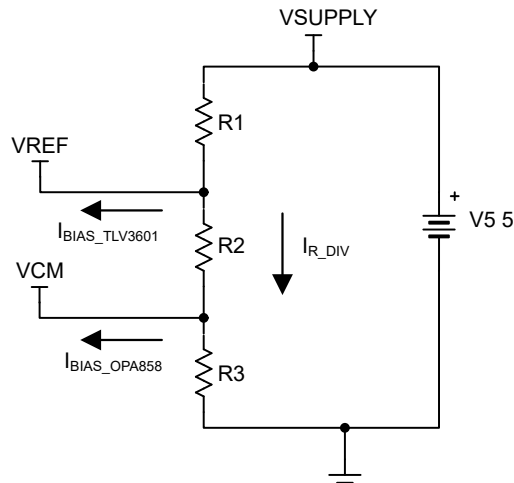
1. 选择具有优于 3ns 的窄脉宽检测功能的高速比较器
2. 从同一电压源导出跨阻放大器和比较器的基准
3. 使用选定的光电二极管验证跨阻放大器配置的稳定性

设计步骤

第 1 步：配置 TIA 共模电压和比较器基准电压

本设计的目标之一是由一个 5V 电源供电。本设计使用三电阻分压器网络来建立共模输出电压和比较器基准电压。

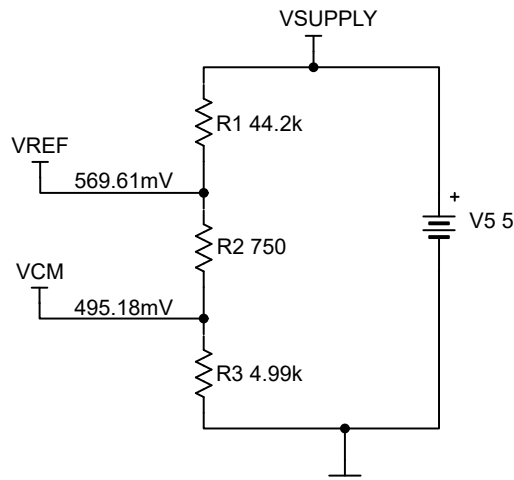
对于该电阻分压器网络，需要注意的重要一点是要考虑 OPA858 和 TLV3601 器件的输入偏置电流。由于 OPA858 具有 10pA 的超低偏置电流，因此最大的误差源来自 TLV3601。TLV3601 的输入偏置电流通常为 1 μ A，这意味着通过分压器网络的电流应至少大 100 倍才能维持所需的基准电压。在 5V 电源和 100 μ A 电流的情况下，该网络的最大总电阻为 50k Ω 。



输入偏置电流对电阻分压器网络的影响

对于本设计，OPA858 的共模电压设置为 500mV，这是 OPA858 推荐共模范围内的偏置电压。为此，请将 500mV 除以 100 μ A 所需分压器电流。这得出 R3 值为 5k Ω ，但本设计使用了 4.99k Ω 。

为符合设计要求，OPA858 输出将摆动 100mV。建立 500mV 输出共模后，比较器阈值电压必须在 500mV 至 600mV 范围内。对于本设计，TLV3601 阈值为 575mV。要根据 500mV 基准提供额外的 75mV 电压，R2 必须是 750 Ω ，且总分支电流仍为 100 μ A。



具有直流节点电压的完整电阻分压器网络

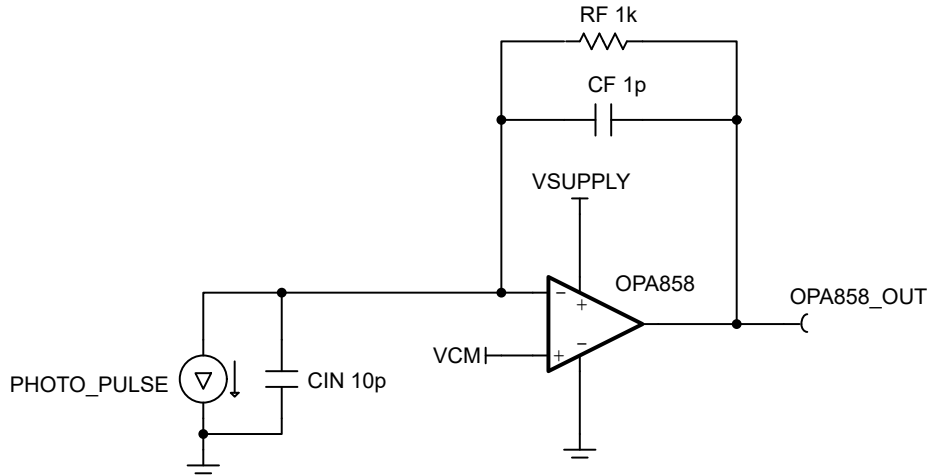
为了符合最大电阻和最小电流要求，所选 R1 为 44.2k Ω 。这样，可得出总电阻为 49.94k Ω 。

步骤 2：配置 OPA858 跨阻放大器

对于通过 OPA858 反馈分支的 $100\ \mu\text{A}$ 电流脉冲，需要 $1\text{ k}\Omega$ 反馈电阻才能在输出端产生 100mV 摆幅。

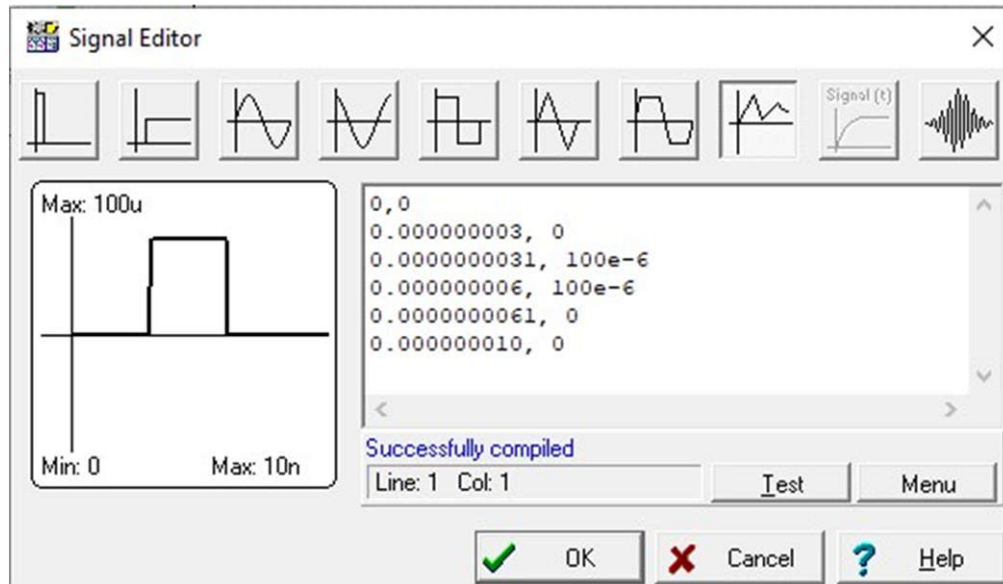
对于此应用，接收到的 3ns 光脉冲作为 $100\ \mu\text{A}$ 电流脉冲。假设在 10ns 窗口中最多有一个 3ns 脉冲，则输入的总周期为 10ns 。 10ns 周期对应于 100MHz 信号。要选择反馈电容器，首先要考虑并联电容器和电阻器的反馈网络的极点频率。粗略极点频率表示如下：

$$f_P = \frac{1}{2\pi \times R_F \times C_F}$$



OPA858 和光电二极管完整前端电路

在反馈环路中使用 1pF 电容器和 $1\text{ k}\Omega$ 反馈电阻器时，极点频率约为 159MHz 。输入信号在反馈阻抗的带宽内。跨阻放大器电路还需要进行额外的稳定性分析，用于检查稳定性的指标包括接近速率 (ROC) 和相位裕度。有关稳定性分析的更多信息，请观看 [运算放大器：稳定性 - 相位裕度](#) 和 [运算放大器：稳定性 - Spice 模仿真 TI 精密实验室培训视频](#)。

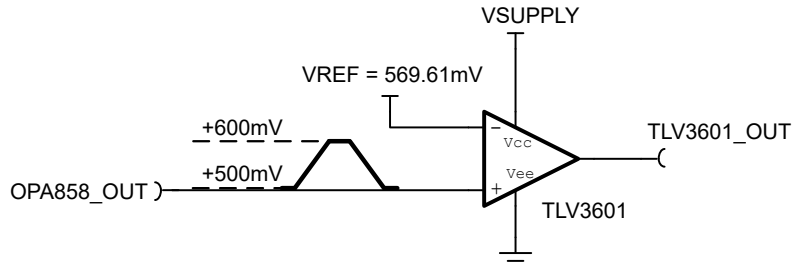


3ns、 $100\ \mu\text{A}$ 脉冲的输入信号分段配置

为了模拟光电二极管接收 3ns 光脉冲的行为，将分段电流发生器配置为在 10ns 周期内产生 3ns 的 $100\ \mu\text{A}$ 脉冲。并联输入电容设置为 1pF 。有关光电二极管等效模型的更多信息，请参阅 [1MHz 单电源光电二极管放大器参考设计](#)。

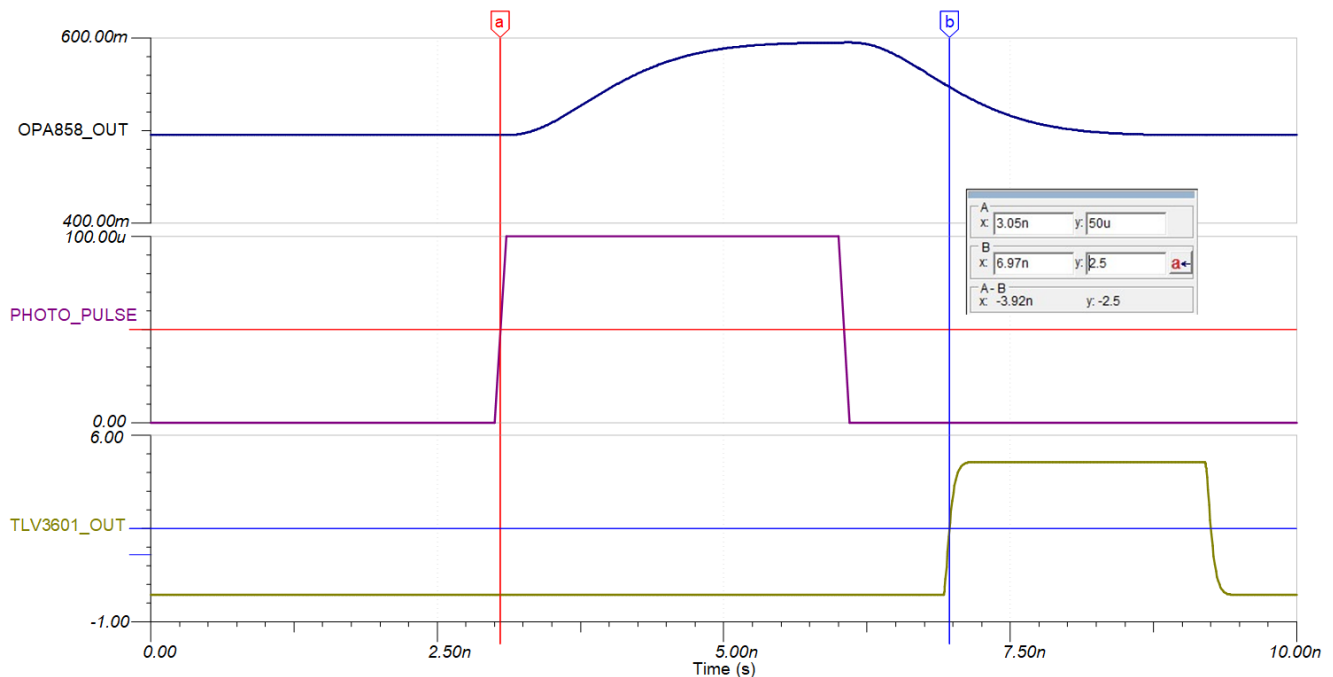
第 3 步：配置具有推挽输出的 TLV3601 高速比较器

该设计在同相配置中使用 TLV3601 高速比较器。要配置比较器，请将 R2 上方的电压节点连接到反相输入并将其指定为 VREF。连接用于 OPA858 的相同 5V 电源，并将 VEE 引脚接地。使用 5V 电源时的输入共模范围为 -0.3V 至 5.3V。当其中一个输入从 500mV 摆动至 600mV，VREF 为 569.6mV 时，两个输入都符合 TLV3601 的输入共模范围。如果需要额外的迟滞以避免由于噪声或输入信号条件而导致的输出抖动，请使用 TLV3603。如果应用需要迟滞，TLV3603 具有额外的迟滞引脚。



TLV3601 输入和连接

仿真结果



测量输入脉冲的传播延迟 (在 3.92ns 时测量)

设计参考资料

请参阅《模拟工程师电路说明书》，了解有关 TI 综合电路库的信息。

请参阅 [具有高速比较器的 LVDS GaN 驱动器发送器电路](#)。

请参阅 [具有迟滞功能的同相比较器电路](#)。

电路 SPICE 仿真文件：[SNOM742](#)。

更多有关大量比较器主题（包括迟滞、传播延迟和输入共模范围）的信息，请参阅 [TI 精密实验室 - 运算放大器](#)。

设计特色比较器

TLV3601	
V_s	2.4 V 至 5.5 V
V_{inCM}	$V_{EE} - 0.2V$ 至 $V_{CC} + 0.2V$
V_{IO} (25°C 时的输入失调电压) (最大值)	±0.5mV
I_q	4.9 mA
T_{PD}	2.5ns
输入偏置电流 (典型值)	1 μ A
输出类型	推挽
TLV3601	

设计备用比较器

TLV3603	
V_s	2.4 V 至 5.5 V
V_{inCM}	$V_{EE} - 0.2V$ 至 $V_{CC} + 0.2V$
V_{IO} (25°C 时的输入失调电压) (最大值)	±0.5mV
I_q	5.7 mA
T_{PD}	2.5ns
输入偏置电流 (典型值)	1 μ A
输出类型	推挽
特性	可调节迟滞和锁存功能
TLV3603-Q1	

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