

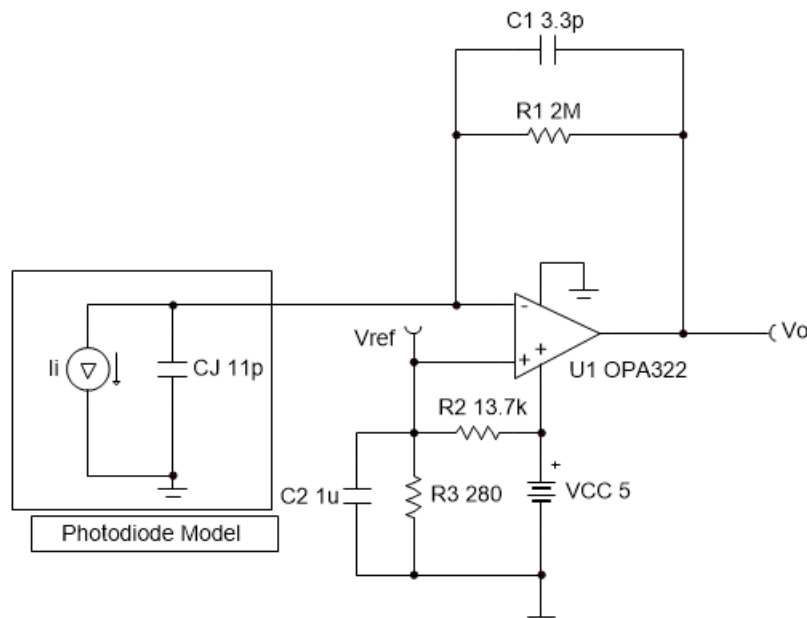
光电二极管放大器电路

光: 1.5V, 0.17A 负载: 1MΩ, 200mV \Rightarrow $2 \times 10^{-7} A$ I_{max}
设计目标

输入		输出		BW	电源		
I_{Min}	I_{Max}	V_{oMin}	V_{oMax}	f_p	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
0A	2.4μA	100mV	4.9V	20kHz	5V	0V	0.1V

设计说明

该电路包含一个配置为跨阻放大器的运算放大器，用于放大光电二极管依赖于光的电流。



Copyright © 2018, Texas Instruments Incorporated

设计说明

1. 偏置电压 (V_{ref}) 用于防止当输入电流为 0A 时输出在负电源轨上达到饱和。
2. 使用具有低偏置电流的 JFET 或 CMOS 输入运算放大器降低直流误差。
3. 根据线性输出摆幅设置输出范围（请参阅 A_{ol} 规格）。

设计步骤

1. 选择增益电阻器。

$$R_1 = \frac{V_{oMax} - V_{oMin}}{I_{iMax}} = \frac{4.9V - 0.1V}{2.4\mu A} = 2M\Omega$$

$$(3.3 - 0.1) / 2.5 \times 10^{-6} = 1.28 \times 10^7 = 12.8M\Omega$$

2. 选择满足电路带宽要求的反馈电容器。

$$C_1 \leq \frac{1}{2 \times \pi \times R_1 \times f_p}$$

$$C_1 \leq \frac{1}{2 \times \pi \times 2M\Omega \times 20kHz} \leq 3.97pF \approx 3.3pF \text{ (Standard Value)}$$

$$1.22nF$$

$$13n = 12n + 1n$$

3. 计算使电路保持稳定所必需的运算放大器增益带宽 (GBW)。

$$GBW > \frac{C_i + C_1}{2 \times \pi \times R_1 \times C_1^2} > \frac{20pF + 3.3pF}{2 \times \pi \times 2M\Omega \times (3.3pF)^2} > 170kHz$$

$$\text{where } C_i = C_j + C_d + C_{cm} = 11pF + 5pF + 4pF = 20pF \text{ given}$$

- C_j : 光电二极管的结电容
- C_d : 放大器的差分输入电容
- C_{cm} : 反相输入的共模输入电容

4. 计算 0.1V 偏置电压的偏置网络。

$$R_2 = \frac{V_{cc} - V_{ref}}{V_{ref}} \times R_3$$

$$R_2 = \frac{5V - 0.1V}{0.1V} \times R_3$$

$$R_2 = 49 \times R_3$$

Closest 1% resistor values that yield this relationship are

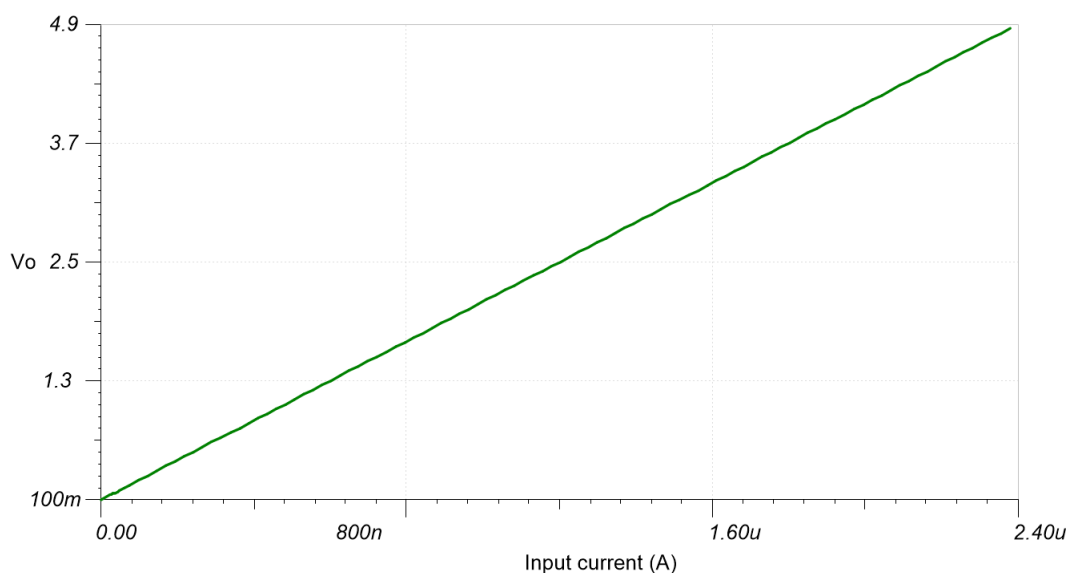
$$R_2 = 13.7k\Omega \text{ and } R_3 = 280\Omega$$

5. 选择 C_2 为 $1\mu F$ ，以便对 V_{ref} 电压进行滤波。产生的截止频率为：

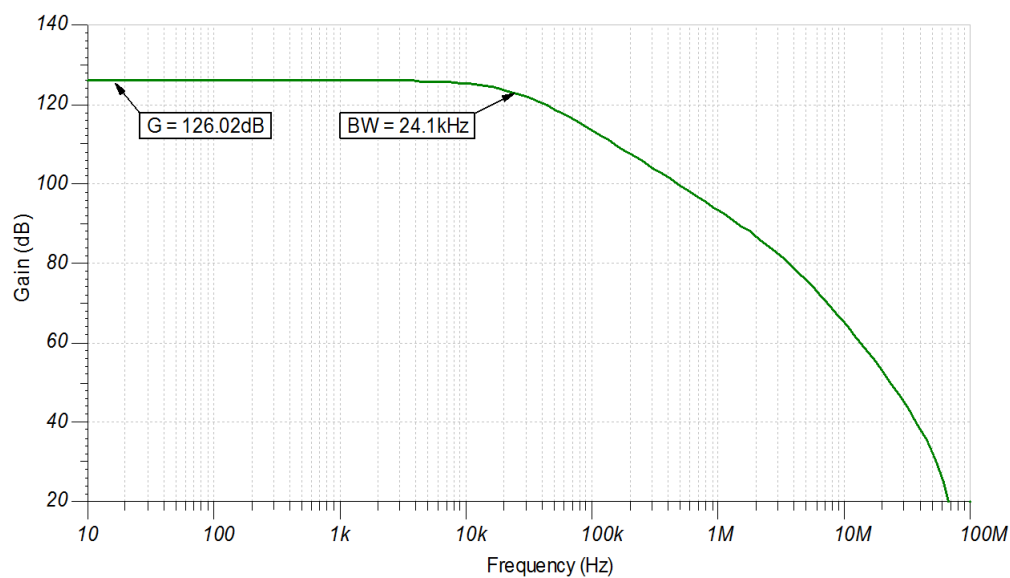
$$f_p = \frac{1}{2 \times \pi \times C_2 \times (R_2 \parallel R_3)} = \frac{1}{2 \times \pi \times 1\mu F \times (13.7k \parallel 280)} = 580Hz$$

设计仿真

直流仿真结果



交流仿真结果



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。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 [SBOC517](#)。

请参阅 TIPD176，www.ti.com.cn/tool/cn/tipd176。

设计采用的运算放大器

OPA322	
V_{cc}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	轨至轨
V_{out}	轨至轨
V_{os}	0.5mV
I_q	1.6mA/通道
I_b	0.2pA
UGBW	20MHz
SR	10V/ μ s
通道数	1、2、4
www.ti.com.cn/product/cn/opa322	

设计备选运算放大器

LMP7721	
V_{cc}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	V_{ee} 至 $(V_{cc} - 1V)$
V_{out}	轨至轨
V_{os}	26 μ V
I_q	1.3mA/通道
I_b	3fA
UGBW	17MHz
SR	10.43V/ μ s
通道数	1
www.ti.com.cn/product/cn/lmp7721	

修订历史记录

修订版本	日期	更改
A	2019 年 2 月	缩减标题字数，将标题角色改为“放大器”。 向电路指导手册登录页面和 SPICE 仿真文件添加了链接。

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 © 2021，德州仪器 (TI) 公司