

Application Note

采用 AFE11612-SEP 的激光偏置和光学通信应用



Erin Guthrie

摘要

本应用手册详细介绍了如何将 AFE11612-SEP 用于多种光学通信应用，例如激光偏置、EML 负偏置以及光电二极管检测和测量。

内容

1 引言.....	2
2 激光和半导体光学放大器偏置.....	3
3 EML 负偏置电压.....	4
4 光电二极管检测测量.....	5
5 可变光衰减器控制.....	5
6 总结.....	6
7 参考资料.....	6
8 修订历史记录.....	7

插图清单

图 1-1. AFE11612-SEP 光纤网络应用.....	2
图 2-1. 激光二极管偏置电路.....	3
图 3-1. 反相运算放大器电路.....	4
图 3-2. 反相运算放大器输出.....	4
图 4-1. 光电二极管监控电路.....	5
图 5-1. VOA 控制电路.....	5

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

光学和光纤网络 (ONET) 应用需要各种子系统。这些系统包括：

- 通信有效载荷
- 光学成像有效载荷
- 光学模块

对于航天领域中的光学和 ONET 应用，器件选型可能有限且成本高昂。AFE11612-SEP 是一款航天级多功能集成式器件，可整合光学和 ONET 子系统所需的电路。AFE11612-SEP 具有十二个 12 位数模转换器 (DAC)、一个十六通道 12 位模数转换器 (ADC) 和两个远程温度传感器。

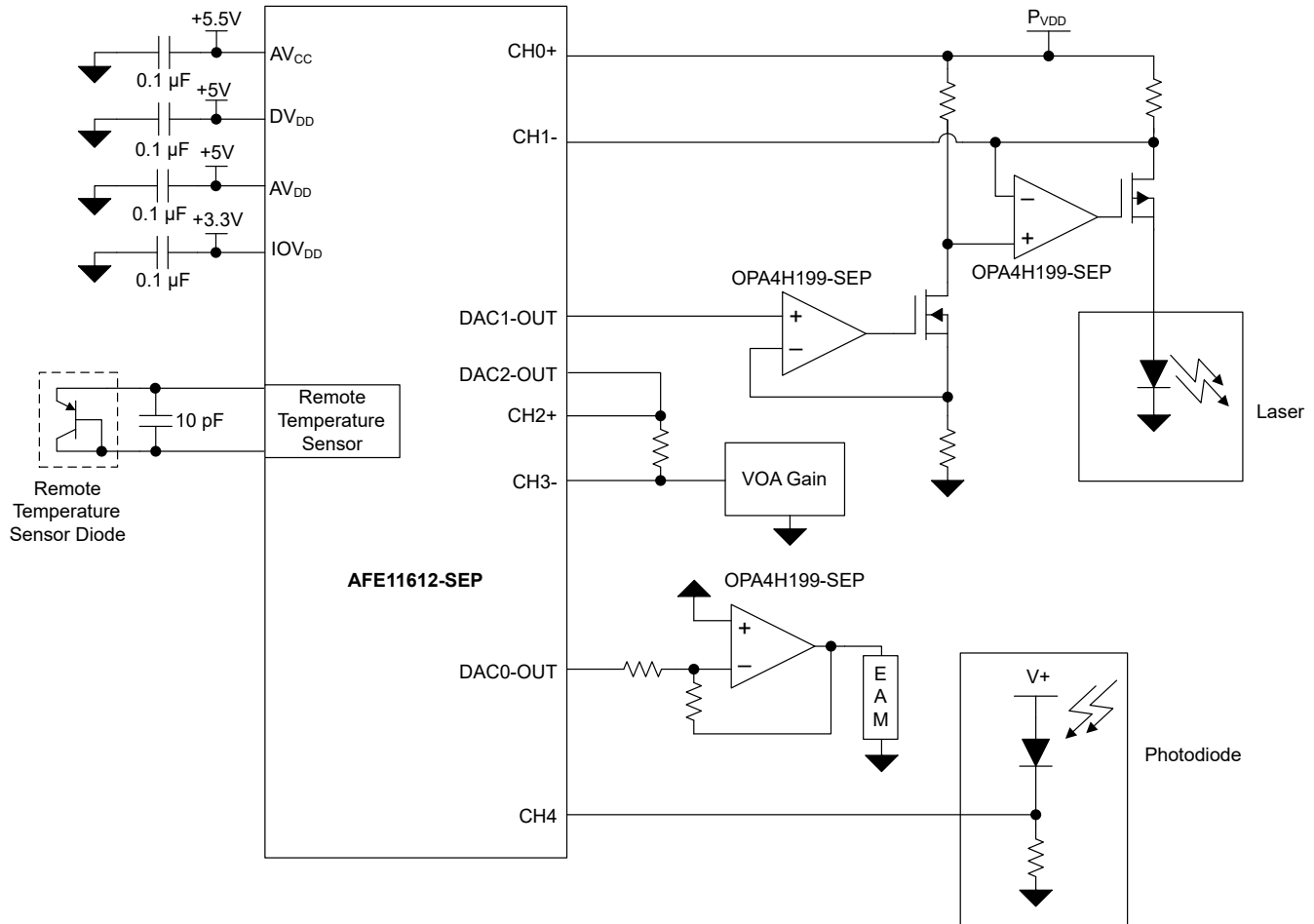


图 1-1. AFE11612-SEP 光纤网络应用

2 激光和半导体光学放大器偏置

激光二极管和半导体光学放大器 (SOA) 需要精密电流源和电流监控来实现精确偏置。AFE11612-SEP 具有十二个 12 位 DAC，可通过外部电路配置为精密电流源。图 2-1 中的电路使用 AFE11612-SEP DAC 输出、外部运算放大器和外部 MOSFET，为以地为基准的负载提供可编程电流。

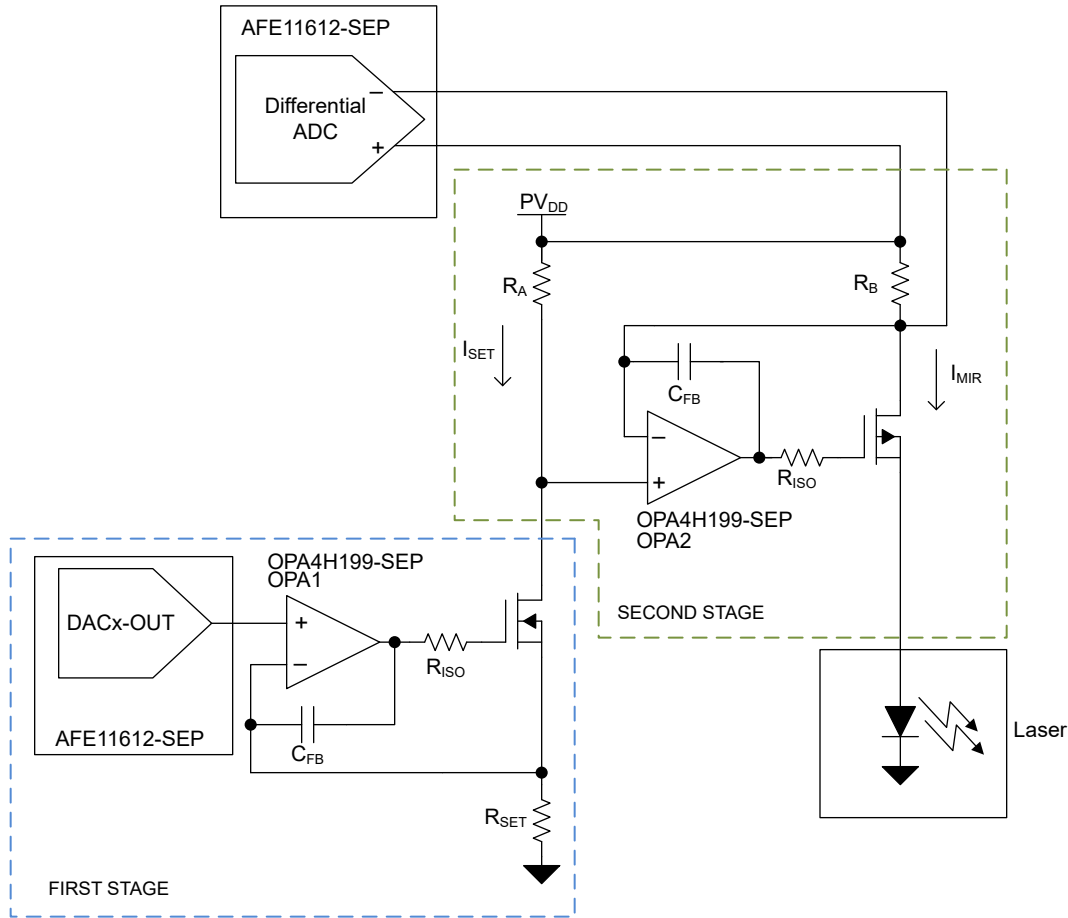


图 2-1. 激光二极管偏置电路

第一个运算放大器级使用 R_{SET} 和 DAC 输出电压 (V_{DAC}) 来设置基准电流。 V_{DAC} 施加到 OPA1 的同相输入端，该输入端将 R_{SET} 的高侧设置为相同的电压。基准电流 (I_{SET}) 通过方程式 1 进行计算。

$$I_{SET} = \frac{V_{DAC}}{R_{SET}} \quad (1)$$

第二个运算放大器级是一个电流镜，其增益由 R_A 和 R_B 设置。流经 R_A 的电流等于 I_{SET} 。这会在 R_A 两端产生压降。由于运算放大器 OPA2 反馈强制 R_B 的低侧具有此电压，因此 R_B 具有相同的压降。因此，在 R_A 和 R_B 具有相同压降的情况下，可以通过选择特定的电阻值调整流经 R_B 的电流。该电流 (I_{MIR}) 是负载使用的电流。方程式 2 和方程式 3 用于计算电流增益。

$$I_{SET} \times R_A = I_{MIR} \times R_B \quad (2)$$

$$\text{Current Gain} = \frac{I_{SET}}{I_{MIR}} = \frac{R_A}{R_B} \quad (3)$$

系统总增益可以通过[方程式 4](#) 来计算。

$$I_{MIR} = \frac{V_{DAC} \times R_A}{R_{SET} \times R_B} \quad (4)$$

有关使用电压 DAC 创建可编程电流源的更多信息，请参阅 [8 通道 16 位 200mA 电流输出数模转换器参考设计](#) 和 [可编程两级高侧电流源电路](#)。

此外，AFE11612-SEP 还具有一个带差分输入的 ADC，可帮助测量 R_B 两端的电压差以监控电流。AFE11612-SEP ADC 的电压范围为 5V，因此使用 ADC 进行测量时必须考虑 P_{VDD} 电压。在电压更高的应用中，可以使用 INA 或分压器电路来测量 R_B 两端的电压。

AFE11612-SEP 还具有两个远程温度监控器，当它们检测到温度超过用户确定的值时，会触发警报。可以将这些元件放置在温度敏感元件附近，以确保在器件过热时通知主机。

3 EML 负偏置电压

使用电吸收调制激光器 (EML) 的光纤网络应用需要使用负电压来偏置集成式电吸收调制器 (EAM)。AFE11612-SEP 具有一个 2.5V 内部基准，可将 DAC 输出电压在 0V 至 5V 范围内调节。通过使用由负电源供电的反相运算放大器电路，可以将 DAC 输出转换为负电压。[图 3-1](#) 中的电路使用运算放大器 OPA4H199-SEP 将 5V 输出范围偏移并调节为 0V 至 -5V。可选择反馈电阻比来增大或减小输出范围。[图 3-2](#) 中的图显示了 OPA 输出电压与输入 DAC 电压的关系。

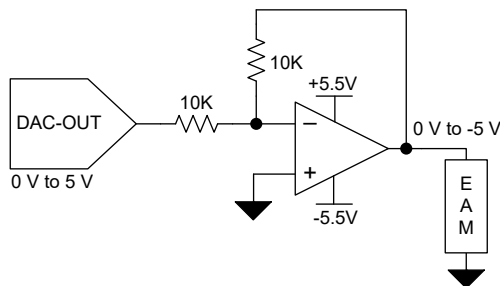


图 3-1. 反相运算放大器电路

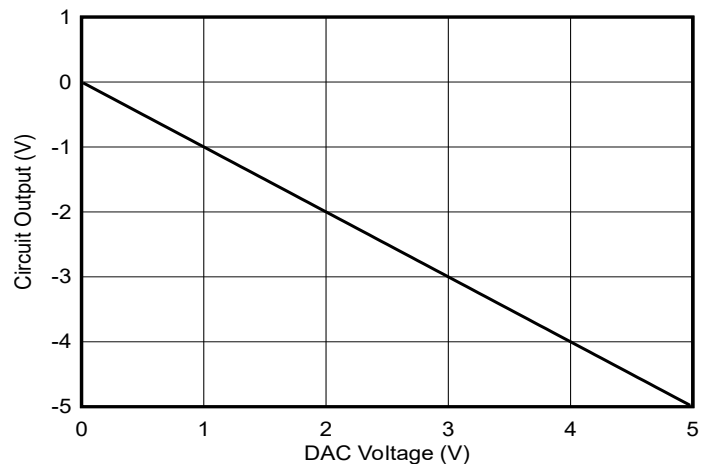


图 3-2. 反相运算放大器输出

4 光电二极管检测测量

AFE11612-SEP 具有 16 个 ADC 输入，可用于监控许多功能，包括测量光电二极管电流。该器件 ADC 是逐次逼近寄存器 (SAR) ADC。SAR ADC 具有内部采样电容器，每次进行 ADC 转换时都必须对该电容器充电。该电容器必须在样本采集时间内充电，从而确保 ADC 正确测量电压。实现方法是使用电荷桶滤波器和外部电容器 (C_{FILT})。滤波电阻 (R_{FILT}) 阻值可以不高，以便 C_{FILT} 可以接收足够的电流为每个样本充电。检测电阻 (R_{SENSE}) 将光电二极管电流转换为电压，并且选择电阻器时应确保产生的电压在 ADC 5V 输入范围内。图 4-1 显示了电荷桶电路。

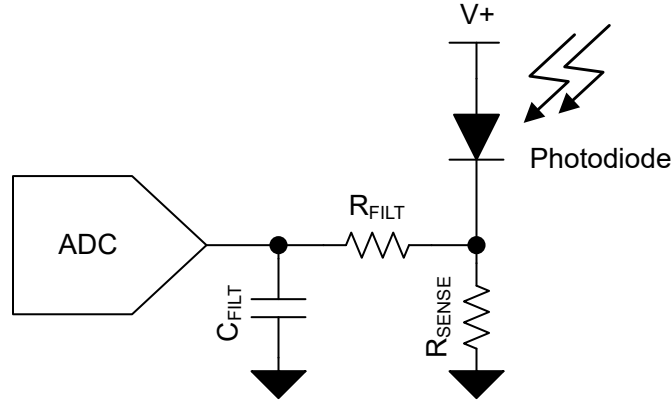


图 4-1. 光电二极管监控电路

5 可变光衰减器控制

可变光衰减器 (VOA) 通常用于 ONET 应用中，以帮助控制激光应用的光和功率输出。AFE11612-SEP DAC 和差分 ADC 可用于控制 VOA，还可监控衰减器的电流和功率。与激光电流监控类似，对于更高电压的应用，可以使用 INA 代替 AFE11612-SEP 差分 ADC 输入。图 5-1 显示了一个测量流入 VOA 的电流的电路。

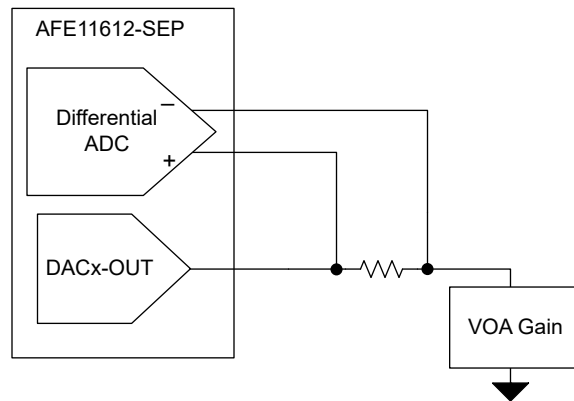


图 5-1. VOA 控制电路

6 总结

需要 DAC 和 ADC 的航天类工程成本高昂，而且电路板有限，可用的器件选项数量也不多。AFE11612-SEP 具有多个 DAC 和 ADC 输入，因此是一款极其灵活的工具，可以支持和整合光学和 ONET 应用的构建块。

7 参考资料

1. 德州仪器 (TI)，[AFE11612-SEP 具有多通道 ADC、DAC 和温度传感器的耐辐射模拟监控器和控制器](#)，数据表。
2. 德州仪器 (TI)，[OPA4H199-SEP 采用增强型航天塑料封装的 40V、耐辐射、轨到轨输入/输出、低失调电压、低噪声运算放大器](#)，数据表。
3. 德州仪器 (TI)，[8 通道 16 位 200mA 电流输出数模转换器参考设计](#)。
4. 德州仪器 (TI)，[可编程两级高侧电流源电流](#)，模拟工程师电路。

8 修订历史记录

Changes from Revision * (August 2023) to Revision A (July 2024)	Page
• 通篇更新了表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 删除了整个文档中的 <i>INA240</i>	1

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