

## Analog Engineer's Circuit

## 单极电压输出 DAC 转双极电压输出电路



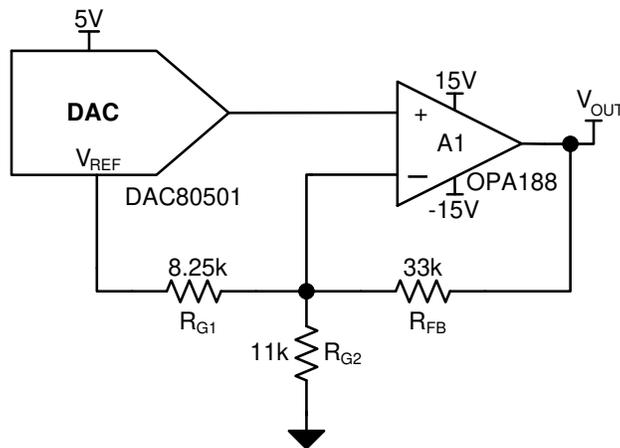
Garrett Satterfield

## 设计目标

DAC 电源电压	放大器电源电压	DAC 电压	输出电压	错误
5V	±15V	0V - 2.5V	±10V	<0.25% FSR

## 设计说明

单极转双极输出电压电路可以将来自单极 DAC 的电压转换为双极电压范围。该电路由 DAC、运算放大器、电压基准和三个电阻器构成，用于设置双极输出电压的标度和范围。该电路通常用于模拟输出模块、现场变送器和其他需要可编程双极电压的应用。



## 设计说明

1. 选择具有低增益误差、失调电压误差和 INL 的 DAC。使用具有低失调电压和低失调电压漂移的高电压运算放大器。
2. 使用具有 0.1% 或更佳容差和低温漂的电阻器。
3. 使用具有集成基准电压的 DAC，以更大限度地减小解决方案尺寸。

## 设计步骤

1. 可以通过以下公式计算基于 DAC 电压、基准电压和电阻器的电压输出：

$$V_{\text{OUT}} = \left( 1 + \frac{R_{\text{FB}}}{R_{\text{G1}}} + \frac{R_{\text{FB}}}{R_{\text{G2}}} \right) V_{\text{DAC}} - \frac{R_{\text{FB}}}{R_{\text{G1}}} V_{\text{REF}}$$

2. 将 DAC 电压设置为零，以计算  $R_{\text{FB}}$  与  $R_{\text{G1}}$  的比率，从而生成所需的负满标度输出。选择用于产生该增益的标准电阻器值。

$$\frac{V_{\text{NegativeFS}}}{V_{\text{REF}}} = \frac{R_{\text{FB}}}{R_{\text{G1}}} = \frac{10 \text{ V}}{2.5 \text{ V}} = \frac{33 \text{ k}\Omega}{8.25 \text{ k}\Omega}$$

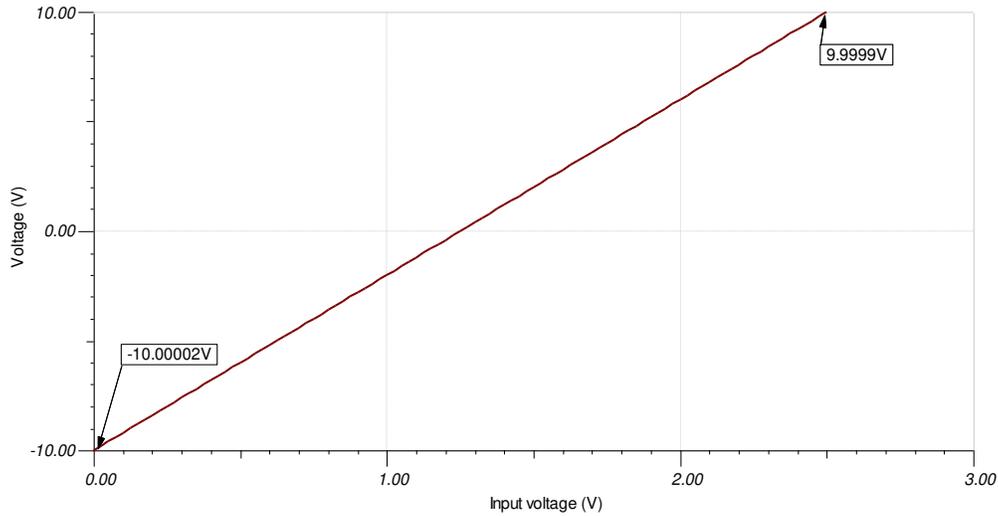
3.根据所需的满标度范围 ( 在本例中 20V 可生成  $\pm 10V$  的范围 ) 计算  $R_{G2}$ 。

$$R_{G2} = \frac{R_{FB}}{\frac{V_{FSR}}{V_{DAC}} - \frac{R_{FB}}{R_{G1}} - 1} = \frac{33k\Omega}{\frac{20V}{2.5V} - \frac{33k\Omega}{8.25k\Omega} - 1} = 11k\Omega$$

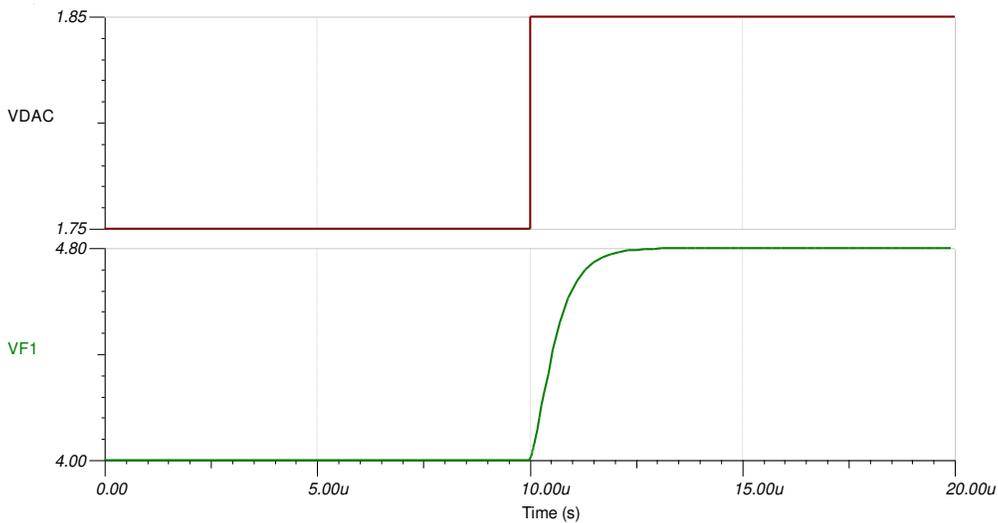
4.可以使用平方和根 (RSS) 分析基于 DAC TUE、放大器失调电压、电阻器容差和基准初始精度来近似表示输出误差。

$$\text{Output TUE}(\%FSR) = \sqrt{\text{TUE}_{DAC}^2 + \left(\frac{V_{OS, \text{Amplifier}}}{FSR} \times 100\right)^2 + \text{ToI}_{R_{G1}}^2 + \text{ToI}_{R_{G2}}^2 + \text{ToI}_{R_{FB}}^2 + \text{Accuracy}_{Ref}^2} = \sqrt{0.1^2 + \left(\frac{6\mu V}{2.5V} \times 100\right)^2 + 3 \times 0.1^2 + 0.1^2} = 0.224\% \text{ FSR}$$

### 直流传输特性



### 小信号阶跃响应



**器件**

器件	主要特性	链路	其他可能的器件
<b>DAC</b>			
DAC8560	16 位分辨率、单通道、内部基准电压、低功耗、4LSB INL、SPI、2V 至 5.5V 电源	具有 2.5V、2ppm/°C 基准的 16 位、单通道、低功耗、超低干扰、电压输出 DAC	精密 DAC (≤10MSPS)
DAC80501	具有 5ppm 内部基准电压的 16 位分辨率、1LSB INL、单通道、电压输出 DAC	采用 WSON 封装、具有精密内部基准电压的真正 16 位、单通道、SPI/I2C、电压输出 DAC	精密 DAC (≤10MSPS)
DAC8830	16 位分辨率、单通道、超低功耗、非缓冲输出、1LSB INL、SPI、2.7V 至 5.5V 电源	16 位、单通道、超低功耗、电压输出 DAC	精密 DAC (≤10MSPS)
<b>放大器</b>			
OPA188	低噪声、低失调电压、RRIO、零漂移、±2V 至 ±18V 电源	低噪声、轨到轨输出、36V、零温漂、精密运算放大器	运算放大器
OPA196	低功耗、低失调电压、RRIO、±2V 至 ±18V 电源	单通道、1MHz、轨到轨输入和输出 1.8V 至 5.5V 运算放大器	运算放大器
TLV170	成本敏感型轨到轨输出、±1.35V 至 ±18V 电源	低失调电压、轨到轨 I/O 运算放大器	运算放大器

**主要文件链接：**

德州仪器 (TI)，来自单极 DAC 且适用于工业电压驱动器的双极 ±10V 输出，TIPD125 工具

**商标**

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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