

## 利用数字电位计AD5292、运算放大器OP184和MOSFET构建具有提升输出电流的可编程高压源

### 电路功能与优势

图1所示电路采用数字电位计AD5292和运算放大器OP184，提供一种具有提升输出电流的低成本、可编程高压源。BSS138 PMOS晶体管和Si2307CDS NMOS晶体管可提供高达2.5 A的电流驱动能力。

该电路提供1024种不同电压设置，可通过SPI兼容型数字接口控制。同时提供10位分辨率，输出电压范围为0 V至30 V，能够提供最大2.5 A的输出电流。

AD5292的±1%电阻容差配合图2所示的外部电阻，可在缩小的输出电压范围内提供10位分辨率，使电路精度得以提高。实际上，由此构成了一个游标DAC，可在缩小范围内提供更高分辨率。

此外，AD5292内置一个20次可编程存储器，可以在上电时自定义输出电压 $V_{OUT}$ 。该电路能够提供精确、低噪声、低漂移输出电压和高电流，非常适合电源应用。

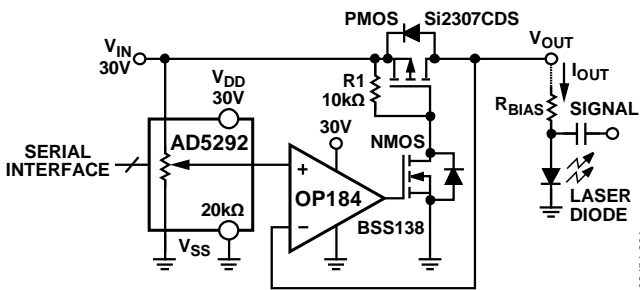


图1. 具有提升电流输出的可编程电压源  
(原理示意图: 未显示去耦和所有连接)

08464-001

### 电路描述

表1. 连接/参考器件

产品	描述
AD5292	10位、1%电阻容差数字电位计
OP184	精密仪表放大器

本电路采用数字电位计AD5292、OP184、Diodes, Inc.的BSS138 N-MOSFET以及Vishay Siliconix的Si2307CDS P-MOSFET，提供一种具有提升电流输出的低成本、10位分辨率、可编程高压源。本电路可保证单调性，差分非线性(DNL)为±1 LSB，积分非线性典型值为±2 LSB。

OP184为单通道运算放大器，具有高压摆率、低噪声以及轨到轨输入和输出特性。在该电路中，它配置为跟随器模式。它通过驱动BSS138 NMOS晶体管，保证输出电压 $V_{OUT}$ 等于数字电位计中设置的电压。该MOSFET驱动Si2307CDS PMOS晶体管，可向负载提供电流 $I_{OUT}$ 。

电阻 $R_1$ 确保PMOS晶体管始终导通，从而消除闩锁或启动问题。然而，此电阻会限制电路的最大建立时间。所选值是电阻功耗与 $V_{OUT}$ 最大建立时间二者折衷的结果。

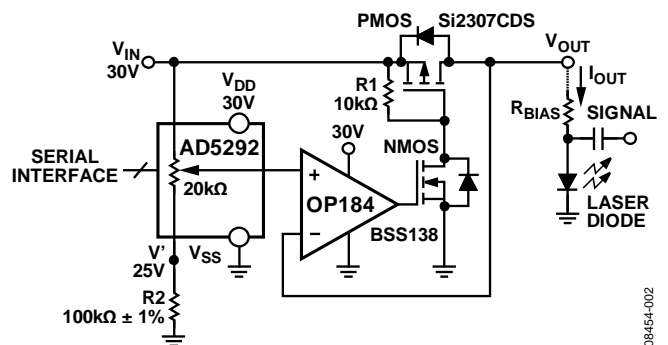


图2. 在缩小输出范围内具有更高精度的可编程电压源  
(原理示意图: 未显示去耦和所有连接)

08464-002

公式1计算网络的时间常数。

$$\tau = R_1 \times C_{IN} \quad (1)$$

其中 $C_{IN}$ 为PMOS栅极的输入电容(Si2307CDS约为380 pF)。网络的时间常数为3.8  $\mu$ s。此网络的单极点带宽约为42 kHz。减小 $R_1$ 可以提高带宽,但功耗也会增加。

图3和图4分别显示使用图1所示配置时的典型积分非线性(INL)和差分非线性(DNL)曲线。在该配置中,AD5292采用比率式工作方式,这意味着总电阻容差的变化不会影响性能。

为改善电路精度,可以用一个外部电阻降低AD5292上的基准电压,如图5所示,由此便可在有限的电压范围内提供全部10位分辨率。大多数数字电位计具有 $\pm 20\%$ 端到端电阻容差。由于数字电位计与外部电阻不匹配,因此会影响电

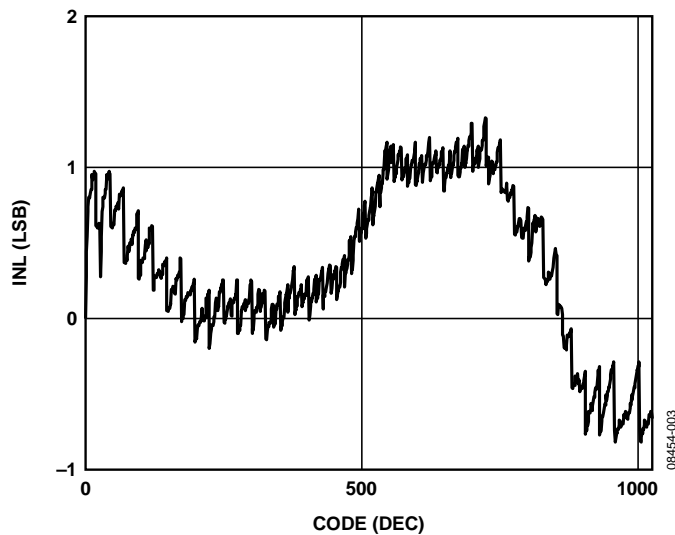


图3. INL与十进制码的关系

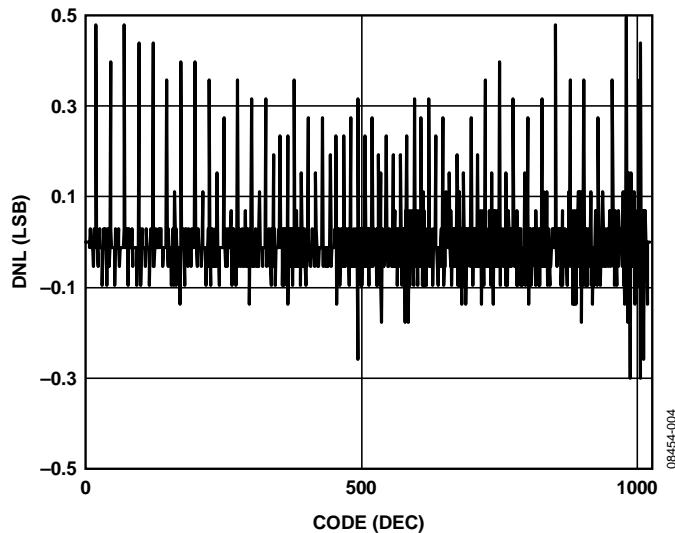


图4. DNL与十进制码的关系

路精度。AD5292的 $\pm 1\%$ 电阻容差有助于克服失配电阻误差问题。

图6显示了图1(正常模式, 1 LSB = 29 mV)和图2(缩小输出模式, 1 LSB = 4.9 mV)所示电路的输出电压与数字码之间的关系。

AD5292具有一个20次可编程存储器,用户可以在上电时将输出电压预设为特定值。

为了使本文所讨论的电路达到理想的性能,必须采用出色的布局、接地和去耦技术(请参考指南MT-031和指南MT-101)。至少应采用四层PCB:一层为接地层,一层为电源层,另两层为信号层。

## 常见变化

AD5291(8位、内置20次可编程上电存储器)和AD5293(10位、无上电存储器)均为 $\pm 1\%$ 容差数字电位计,同样适合本应用。

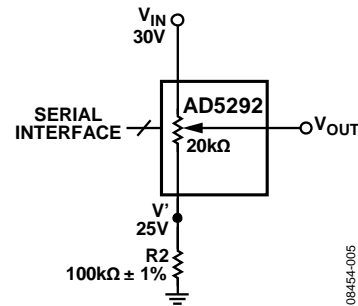


图5. 在缩小输出范围内精度更高(原理示意图:未显示去耦和所有连接)

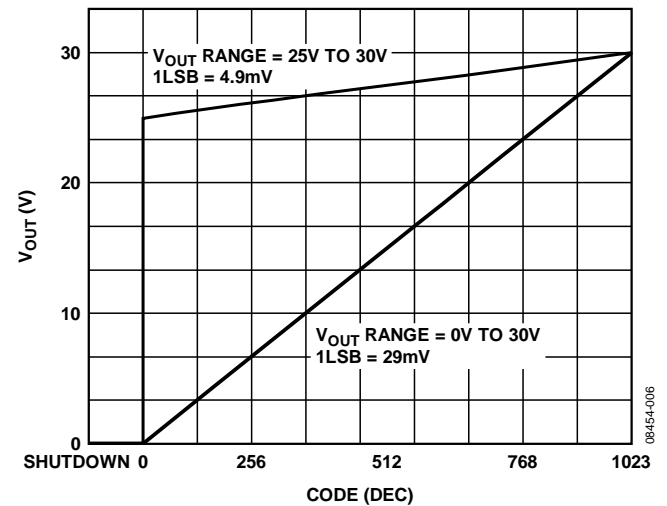


图6. 图1和图2所示电路的输出电压与十进制码的关系

**了解详情**

MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND"*, Analog Devices.

MT-032 Tutorial, *Ideal Voltage Feedback (VFB) Op Amp*, Analog Devices.

MT-061 Tutorial, *Instrumentation Amplifier Basics*, Analog Devices.

MT-087 Tutorial, *Voltage References*, Analog Devices.

MT-091 Tutorial, *Digital Potentiometers*, Analog Devices.

MT-095 Tutorial, *EMI, RFI, and Shielding Concepts*, Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.

**数据手册**

AD5292 Data Sheet

AD5291 Data Sheet

AD5293 Data Sheet

OP184 Data Sheet

**修订历史**

**2013年4月—修订版A至修订版B**

文档标题从CN-0015更改为AN-1207 ..... 通篇

**2010年3月—修订版0至修订版A**

更改电路功能与优势部分 ..... 1

**2009年9月-版本0：初始版**