

利用 ADI 公司产品进行电路设计  
放心运用这些配套产品迅速完成设计。  
欲获得更多信息和技术支持, 请拨打 4006-100-006 或访问 [www.analog.com/zh/circuits](http://www.analog.com/zh/circuits)。

### 连接/参考器件

AD5292	10 位、1%电阻容差数字电位计
OP184	精密仪表放大器

## 利用数字电位计 AD5292 和运算放大器 OP184 构建具有升压输出电流的可编程高电压源

### 电路功能与优势

图 1 所示电路采用 DigiPOT+ 系列数字电位计 AD5292 和运算放大器 OP184, 提供一种具有升压输出电流的低成本、可编程高电压源。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  $\pm 1\%$  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。

### 电路描述

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, 提供一种具有升压电流输出的低成本、10 位分辨率、可编程高电压源。本电路可保证单调性, 微分非线性 (DNL) 为  $\pm 1$  LSB, 积分非线性典型值为  $\pm 2$  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, 从而消除门锁或启动问题。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。

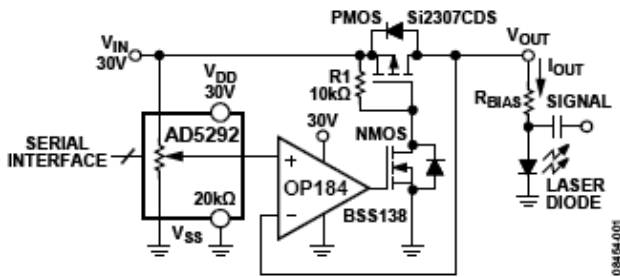


图 1. 具有升压电流输出的可编程电压源  
(原理示意图, 未显示去耦和所有连接)

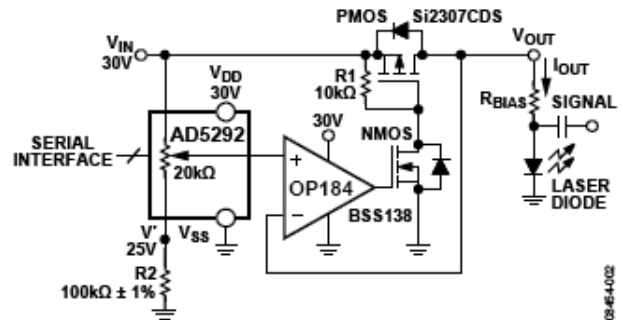


图 2. 在缩小输出范围内具有更高精度的可编程电压源  
(原理示意图, 未显示去耦和所有连接)

公式 1 计算网络的时间常数。

Rev.A

“Circuits from the Lab” from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any “Circuit from the Lab”. (Continued on last page)

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

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)和微分非线性(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 $\pm 20\%$ 的端到端电阻容差,由于数字电位计与外部电阻之间存在匹配误差,因此会影响电路精度。AD5292的 $\pm 1\%$ 电阻容差有助于克服失配电阻误差问题。

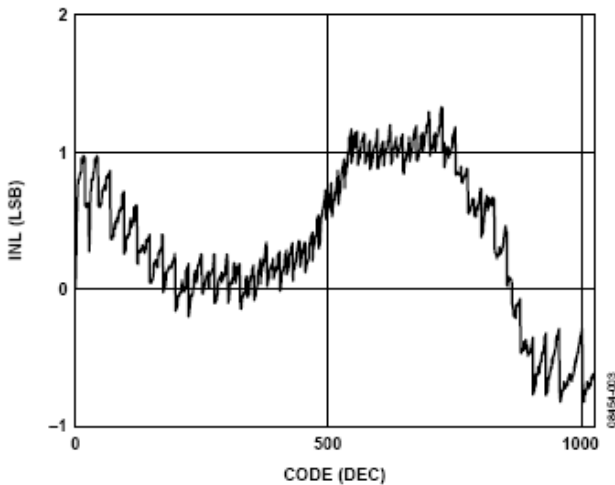


图3. INL与十进制码的关系

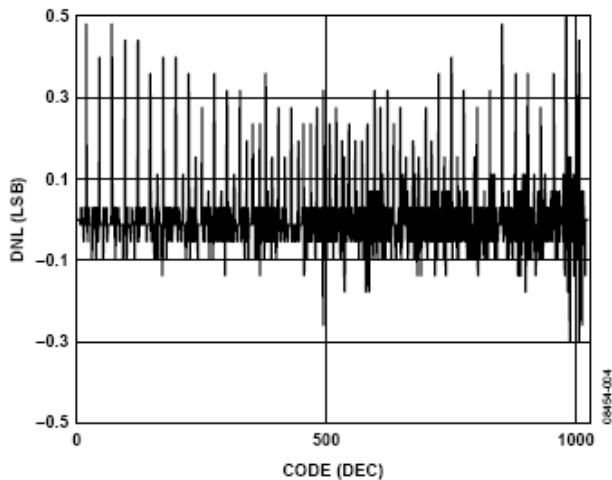


图4. DNL与十进制码的关系

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值为特定值。

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(请参考教程MT-031和教程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。

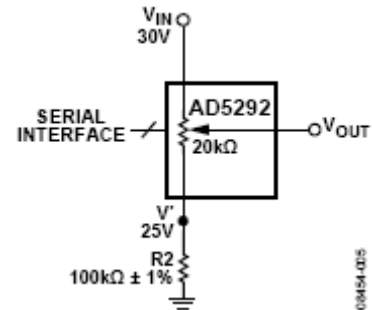


图5. 在缩小输出范围内精度更高  
(原理示意图, 去耦和所有连接均未显示)

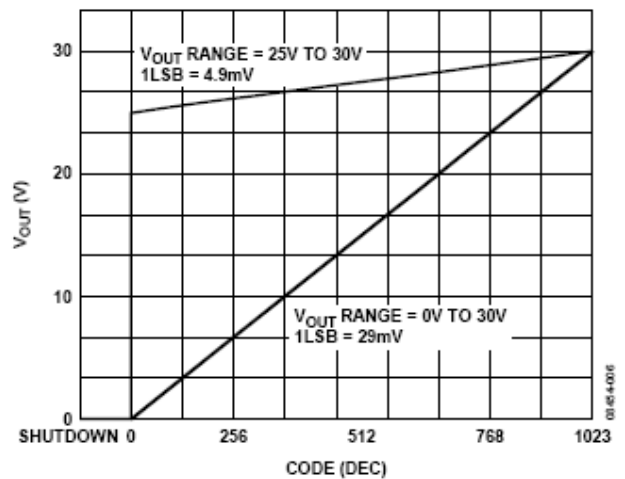


图6. 图1和图2所示电路的输出电压与十进制码的关系

## 进一步阅读

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 (In-Amp) 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.

## 数据手册和评估板

AD5292 Data Sheet.  
AD5291 Data Sheet.  
AD5293 Data Sheet.  
OP184 Data Sheet.

## 修订历史

**3/10—Rev. 0 to Rev. A**

Changes to Circuit Function and Benefits Section ..... 1

**9/09—Revision 0: Initial Version**

(Continued from first page) "Circuits from the Lab" are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the "Circuits from the Lab" in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the "Circuits from the Lab". Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, "Circuits from the Lab" are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any "Circuits from the Lab" at any time without notice, but is under no obligation to do so. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.