Circuits from the Lab™ Reference Circuits

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 。

连接/参考器件	
AD5662	16 位*nano*DAC®转换器
AD8627	精密、极低噪声运算放大器
ADR02	5.0 V 精密基准电压源

利用 AD5662 DAC 实现 4 mA 至 20 mA 过程控制环路

电路功能与优势

在许多过程控制应用中，经常使用两线式电流发射器在高噪声环境中传输模拟信号。这些电流发射器的零电平信号电流为 4 mA，满量程信号电流为 20 mA，因此得名“4 mA 至 20 mA 转换器”。本文所述电路提供一种具有 16 位分辨率和单调性的低功耗电流发射器，它直接采用 4 mA 至 20 mA 控制环路电源供电，功耗低于 4 mA。功耗高于 4 mA 的发射器无法直接采用环路电源供电，因而需要一个附加电源。

电路描述

本电路将AD5662 nanoDAC转换器用作控制器，提供 4 mA至 20 mA可编程输出电流。环路电流通过测量RS上的压降V_{OUT}进行检测。如果DAC输出为 0 V，则电流

$$\frac{V_{REF}}{R2} = \frac{5\text{ V}}{1\text{ M}\Omega} = 5\ \mu\text{A} \quad (1)$$

流经 R2 和 R3，迫使 PCB 地电压比 RS 负载端测得的电压正值高出 349 mV。这相当于环路电流

$$\frac{V_{OUT}}{RS} = \frac{349\text{ mV}}{100\ \Omega} = 3.49\text{ mA} \quad (2)$$

当 DAC 输出 5 V 满量程电压时，流经 R2 的电流为

$$\frac{V_{REF}}{R2} = \frac{5\text{ V}}{1\text{ M}\Omega} = 5\ \mu\text{A} \quad (3)$$

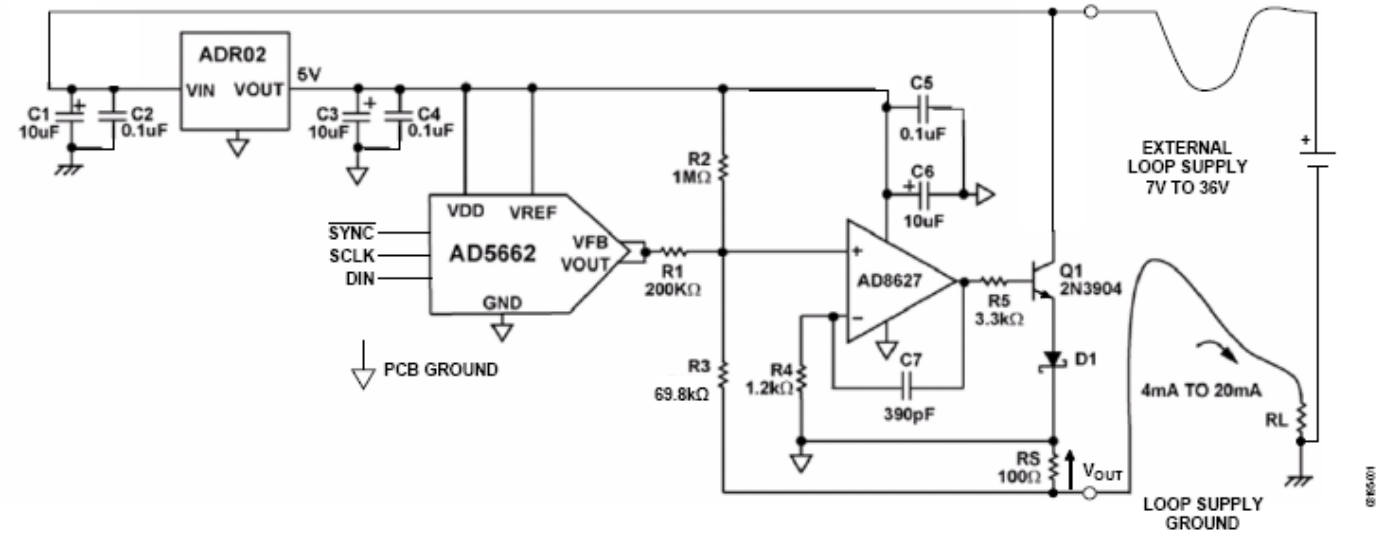

图 1. 可编程 4 mA 至 20 mA 过程控制器（原理示意图）

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 **www.analog.com**
Fax: 781.461.3113 ©2008-2009 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

流经 R1 的电流为

$$\frac{V_{REF}}{R1} = \frac{5\text{ V}}{200\text{ k}\Omega} = 25\,\mu\text{A} \quad (4)$$

因此，流经 R3 的电流为

$$\frac{V_{REF}}{R2} + \frac{V_{REF}}{R1} = 5\,\mu\text{A} + 25\,\mu\text{A} = 30\,\mu\text{A} \quad (5)$$

这就迫使RS上的电压V_{OUT}等于

$$30\,\mu\text{A} \times 69.8\,\text{k}\Omega = 2.09\text{ V} \quad (6)$$

围绕AD8627的反馈环路迫使其同相输入端的电压等于PCB地电压。因此，输出电流与数字码成正比。AD8627调节DAC输出电流，以满足其同相节点上的电流求和条件。输出电流可通过以下公式计算：

$$I_{OUT} = \frac{1}{RS}\left[\left(V_{DAC} \times \frac{R3}{R1}\right) + \left(V_{REF} \times \frac{R3}{R2}\right)\right] \quad (7)$$

对于图 1所示的值：

$$I_{OUT} = (0.266\,\mu\text{A} \times D) + 3.49\text{ mA} \quad (8)$$

其中 $0 \le D \le 65{,}535$。当AD5662的数字码等于 0xFFFF时，本电路提供 20.9 mA满量程输出电流。同样，当AD5662 的数字码等于0x0000时，输出电流将为3.49 mA。扩展电流范围（3.49 mA至 20.9 mA）允许用户利用软件和AD5662的 16 位分辨率校准 4 mA至 20 mA范围。本电路需要使用肖特基二极管，以防止环路电源上电瞬态将AD8627的同相输入端拉至反相输入端 300 mV以下。该肖特基二极管必须能够处理至少 20 mA的全环路负载。

控制器的偏置电压由 5 V精密基准电压源ADR02提供，而且本电路无需外部调整，因为ADR02的初始输出电压容差很小，并且AD8627和AD5662的电源电流很低。

容许的环路电源限值由ADR02的最小输入电压(7 V)和最大输入电压(36 V)设置。25°C时 2N3904 的最大容许功耗为 625 mW，因此如果环路电源超过约 30 V，必须使用更高功耗的晶体管。添加适当的降压电阻，并与 2N3904 的集电极串联，可以降低 2N3904 的功耗。

常见变化

这款基本电路比较灵活，可以使用多种不同的基准电压源、电压输出 DAC 和运放。需要考虑的是基准电压源的精度，DAC 的分辨率和放大器的失调电压。主要要求是整个电路必须工作在环路电压下，并且静态电流小于 4mA(DAC 码 0x0000)。

进一步阅读

Voltage Reference Wizard Design Tool.

数据手册和评估板

AD5662 Data Sheet.

AD8627 Data Sheet.

ADR02 Data Sheet.

修订历史

5/09—Rev. 0 to Rev. A

Updated Format ..... Universal

10/08—Revision 0: Initial Version