

ADR127	低功耗、LDO 基准电压源
AD8603	低功耗、低噪声 CMOS 运算放大器

在不使用精密电阻的情况下产生负精密基准电压

电路功能与优势

从正基准电压产生负基准电压的传统方法只用反相运算放大器, 这种方法需用两个精密匹配的电阻。如果匹配有误差, 则最终输出也会产生误差。利用本文所述电路, 无需精密电阻即可产生一个负精密基准电压, 从而以更少的元件提供更高的精度。

电路描述

该电路采用 1.25 V 高精度串行基准电压源 ADR127 和低噪声、低失真、低失调电压运算放大器 AD8603。ADR127 提供高精度 1.25 V 输出。AD8603 是理想的互补产品, 功耗极低, 具有出色的电源抑制比(PSRR), 并且能采用低至 1.8 V 的电源电压工作。本电路中, 容许的最低电源电压为 3 V (± 1.5 V), 使基准电压源和运算放大器均保持足够的裕量。

请注意, 基准电压源 ADR127 为浮地的, 其输入连至 $+V_{DD}$ 电源, 输出连至 AD8603 的反相输入 (通过 1 k Ω 隔离电阻), GND 引脚则连至 AD8603 的输出。(如果 ADR127 GND 引脚连至实际电路板的接地层, 则该电路将不能正常工作。)在此配置中, ADR127 充当 1.25 V 电压源, 连接在运算放大器的反馈环路内。负反馈迫使运算放大器输出 -1.25 V 电压。运算放大器的输入失调电压引起的误差以及基准电压源本身引起的误差构成输出电压的全部误差。流经 1 k Ω 电阻的偏置电流所引起的误差可忽略不计, 因为运算放大器为 CMOS, 其输入偏置电流极低。因此, 如果负电源电压接近基准电压输出, 则所选的运算放大器必须具有低失调电压和轨到轨输出。

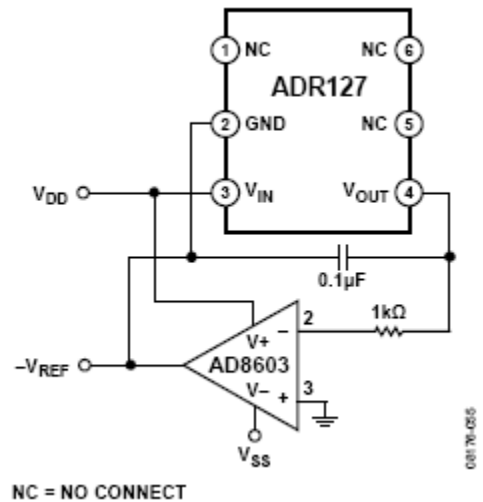


图1. 可产生负 1.25 V 基准电压的电路

为使本电路正常工作, 必须考虑与基准电压源和运算放大器相关的裕量问题。 V_{DD} 电源电压必须足够大才能满足基准电压源的裕量要求。ADR127 要求电源电压裕量至少为 1.45 V ($V_{IN} - V_{OUT}$), 因此 V_{DD} 至少应为 1.5 V (提供 50 mV 裕量)。对负电源的要求取决于运算放大器输出级的裕量要求。AD8603 具有轨到轨输出级, 但即便如此, 本电路也应当至少提供数百毫伏的输出裕量。AD8603 必须输出 -1.25 V, 因此至少应使用 -1.5 V 的 V_{SS} , 以提供 250 mV 输出裕量。只要裕量要求得到满足, 则可以使用 ± 1.5 V 至 ± 2.5 V 范围内的任何电源电压。AD8603 的额定电源电压为 5 V, 绝对最大电源电压为 6 V 或 ± 3 V (使用对称电源时)。

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)

0.1 μF 电容对其输入与输出引脚之间的基准电压源进行去耦。1 k Ω 电阻将该电容与运算放大器的反相输入隔离。应将一个 0.1 μF 低电感陶瓷去耦电容（图中未显示）与 V_{DD} 相连，并使其非常靠近这两个 IC。多数情况下，运算放大器的最终输出 ($-V_{\text{REF}}$) 将被深度去耦，这就要求所选的运算放大器在处理较大的容性负载时必须保持稳定。典型的去耦网络由一个 1 μF 至 10 μF 电解电容和一个 0.1 μF 低电感陶瓷 MLCC 型电容并联构成。

常见变化

经验证，采用图中所示的元件值，该电路能够稳定地工作，并具有良好的精度。此配置还可以采用 ADI 公司的其它基准电压源和精密运算放大器，形成具有其它合适值的负基准电压。

选择基准电压源与放大器组合时，切勿违背基准电压源的电源电压裕量要求 ($V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$)。由于基准电压 $V_{\text{OUT}} = 0$ ，因此 $+V_{\text{DD}}$ 的最小值必须等于或大于电源电压裕量。例如，要利用 5 V 精密基准电压源 ADR365 产生 -5 V 基准电压， $+V_{\text{DD}}$ 至少应为 5.3 V，因为 ADR365 的电源电压裕量要求为 300 mV。放大器必须在其输出端提供 -5 V 输出，因此对于本例，16 V、低噪声、精密、轨到轨运算放大器 AD8663 将是明智的选择。 V_{SS} 应设置为 -5.5 V（提供 0.5 V 负输出裕量），因为 AD8663 的电源电压范围为 16 V， V_{DD} 可以为 5.3 V 至 10.5 V 范围内的任何值。多数情况下，电源是对称的，因此 $V_{\text{DD}} = +5.5$ V 且 $V_{\text{SS}} = -5.5$ V 将是不错的选择。

ADR121 与适合的运算放大器一起使用，可以产生 -2.5 V 基准电压。由于运算放大器必须输出 -2.5 V 电压，因此至少应使用 -2.8 V 的 V_{SS} （假设存在轨到轨输出级）。 V_{DD} 至少必须为 $+0.3$ V，才能满足 ADR121 的最小 $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$ 要求。如果使用 AD8603，则 V_{DD} 不应高于 $+2.2$ V，使 AD8603 的总电源电压不超过 5 V。如果要求用对称的 2.8 V 电源或更高电源（例如 ± 5 V），则必须选用电源电压更高的运算放大器。

进一步阅读

Jung, Walter G. 2002. *Op Amp Applications*. Analog Devices.

ISBN 0916550265. Chapter 7. Also available as *Op Amp Applications Handbook*. Elsevier/Newnes. 2005. ISBN 0750678445. Chapter 7,

http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-05/op_amp_applications_handbook.html.

Kester, Walt. 2004. *Analog-Digital Conversion*. Analog Devices.

ISBN 0916550273. Chapter 9. Also available as *The Data Conversion Handbook*. Elsevier/Newnes. 2005. ISBN 0750678410, Chapter 9,

http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-6/data_conversion_handbook.html.

Zumbahlen, Hank. 2006. *Basic Linear Design*. Analog Devices.

ISBN 0915550281. Chapter 11. Also available as *Linear Circuit Design Handbook*. Elsevier-Newnes, 2008, ISBN 0750687037, Chapter 11,

<http://www.elsevierdirect.com/product.jsp?isbn=9780750687034&ref=CWS1>.

数据手册和评估板

ADR127 Data Sheet. <http://www.analog.com/zh/ADR127/productsearch.html>.

AD8603 Data Sheet. <http://www.analog.com/zh/AD8603/productsearch.html>.

修订历史

5/09—Rev. 0 to Rev. A

Updated Format Universal

10/08—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.

©2008–2009 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN08176sc-0-4/09(A)



www.analog.com