

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| AD8130 | 差分接收放大器                   |
| AD9117 | 双通道、低功耗、14 位、125 MSPS DAC |

## 将宽带互补 DAC 输出转换为单端信号的高 CMRR 电路， 无需精密电阻

### 电路功能与优势

将宽带 DAC 互补电流输出转换为单端信号的传统方法是使用中心抽头变压器，或者在差分转单端配置中使用一个单通道运算放大器。然而，变压器的低频非线性可能会限制其在 DC 附近使用；运算放大器方法则要求电阻严格匹配，以提供直流共模抑制、负载阻抗和互补 DAC 输出之间的增益匹配。如果匹配有误差，则最终输出也会产生误差。本电路利用差分接收放大器 AD8130 实现简单的差分转单端功能，无需使用昂贵的精密电阻，从而以更少的元件提供更高的精度。

AD8130 还有一个优势，即具有业界先进的交流共模抑制性能（10 MHz 时为 70 dB）。可以利用这一特性抑制 DAC 数字地层与接收器模拟地层之间的噪声，这是此类混合信号应用的一个常见问题。

### 电路描述

本电路采用 20 mA 互补电流输出、低功耗、14 位、125 MSPS、双通道 TxDAC@数模转换器 AD9117 和低成本、270 MHz 差分接收放大器 AD8130。

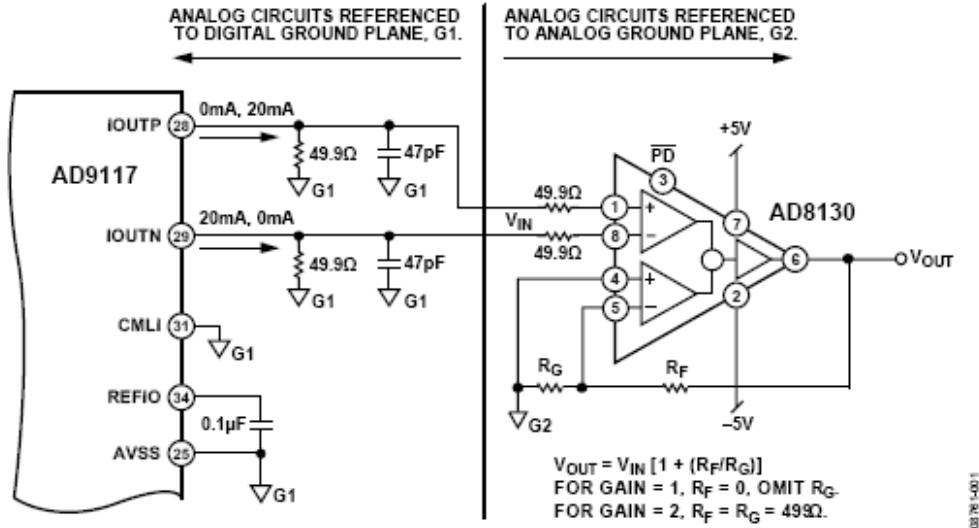


图1. 用接收器 AD8130 实现高速 TxDAC 差分转单端（原理示意图，未显示去耦和所有连接）

Rev.0

“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)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 [www.analog.com](http://www.analog.com)  
Fax: 781.461.3113 ©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

通过改变 FSADJI 或 FSADJQ 与地之间的电阻值,可以在 4 mA 至 20 mA 范围内调整 AD9117 的满量程输出电流。本例使能了内部电阻选项,并将其设置为 1.6 k $\Omega$ ,以便提供最大 20 mA 电流输出。该配置要求将 0b10100000 写入 AD9117 的寄存器 IRSET 和 QRSET。互补电流输出采用 49.9  $\Omega$  外部电阻端接,以产生差分电压。采用满量程数字输入摆幅时,这些电阻上产生的电压彼此相差 180°,大小介于 0 V 至 1 V 之间,因此峰峰值差分输出电压为 2 V。一个 47 pF 电容与这些负载电阻并联,构成一个 68 MHz 一阶重构滤波器,并衰减奈奎斯特带宽之外的镜像。与 AD8130 输入引脚串联的两个 49.9  $\Omega$  电阻可改善电路的整体失真性能。共模输出引脚 CMLI 和 CMLQ 可以用来提供附加偏移,但本例中未使用,而是将其接地。

AD8130 是一款理想的互补产品,因为它有较大的平衡输入阻抗,可以将差分输入轻松转换为单端格式,并具有出色的交流共模抑制性能,如图 2 所示。

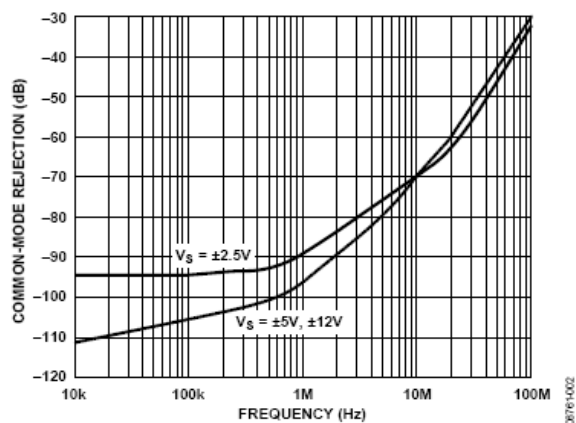


图2. AD8130 共模抑制

AD8130 带宽为 270 MHz,支持 AD9117 在最大更新速率 125 MSPS 时产生的最高达约 40 MHz 的 DAC 输出频率。

本例中,AD8130 的增益设置为 1 ( $R_F = 0$ , 省去  $R_G$ )。不过,只需改变  $R_F/R_G$  比,就能调整增益。电源设置为  $\pm 5$  V,但如果输出端需要更大摆幅,可以将其提高至最大  $\pm 12$  V。

为使本电路正常工作,必须考虑与 DAC 和运算放大器相关的裕量问题。DAC 输出电压需保持在其规格范围内,防止内部电路引入失真。当 DAC  $V_{DD} = 3.3$  V 且  $V_{CM} = 0$  V 时,AD9117 输出必须小于  $\pm 1$  V,这可以通过 49.9  $\Omega$  负载电阻和 20 mA 满量程电流来实现。当放大器输出端负载为 1 k $\Omega$  时,AD8130 要求 1 V 的电源电压裕量;因此,当采用  $\pm 5$  V 电源时,输出

摆幅不能超过  $\pm 4$  V。

谐波失真是本设计的重要标准。图 3 和图 4 分别显示了整个电路(AD9117 + AD8130)的二次和三次谐波失真测量结果,以及 AD9117 本身的谐波失真。测量在 AD8130 的增益设置为 1 ( $R_F = 0$ , 省去  $R_G$ ) 的条件下进行。

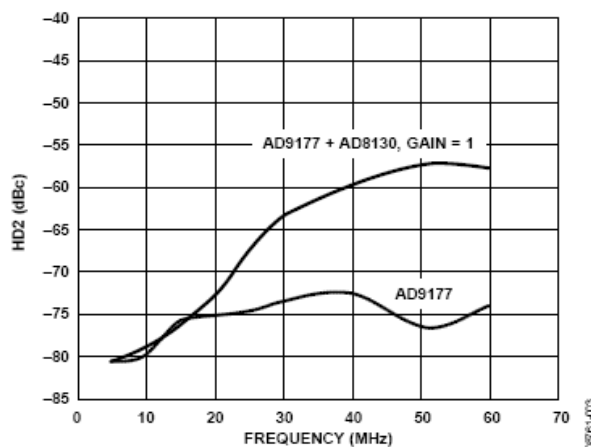


图3. 电路的二次谐波失真( $G = 1$ )

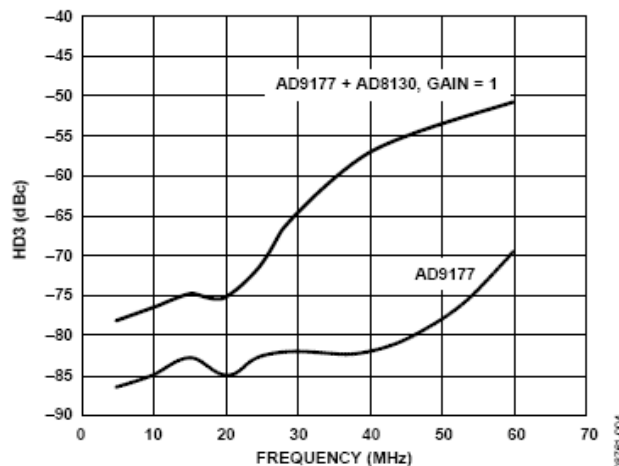


图4. 电路的三次谐波失真( $G = 1$ )

如果时域应用需要更快的上升/下降时间,可以通过减小电容值来提高重构滤波器的截止频率。不过,与 AD9117 DAC 的内在性能相比,AD8130 的 270 MHz 带宽会限制上升/下降时间和建立时间。该电路仍然可以在 3 次 DAC 更新(125 MSPS)的时间内建立。

0.1  $\mu$ F 电容对 AD9117 内部基准电压源去耦。应将一个 0.1  $\mu$ F 低电感陶瓷去耦电容(图 1 未显示)与  $V_{DD}$  相连,并使其非常靠近 AD9117。

将AD8130 的引脚 4 和RG（图 2中显示为G2）连接到一个失调电压( $V_{\text{OFF}}$ )，可以独立于放大器增益来调整AD8130 的输出电压失调，使其值不为 0 V。该配置中， $V_{\text{OFF}}$ 出现在单位增益输出端，而AD8130 的增益仍然为  $1+R_F/R_G$ 。

为了使本文所讨论的电路达到理想的性能，必须采用出色的布线、接地和去耦技术。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。

所有IC电源引脚都必须采用 0.01  $\mu\text{F}$ 至 0.1  $\mu\text{F}$ 低电感多层陶瓷电容(MLCC)去耦至接地层（为简明起见，图中未显示），并应遵循各IC数据手册和教程MT-101的相关建议。

### 常见变化

只要将输出频率保持在AD8130 的带宽范围内，就可以在本配置中使用其它TxDAC IC，例如AD9707、AD9717、AD9767或AD9744。

### 进一步阅读

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

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

### 数据手册和评估板

[AD8130 Data Sheet](#)

[AD8130 Evaluation Board](#)

[AD9117 Data Sheet](#)

[AD9117 Evaluation Board](#)

### 修订历史

1/10—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.