

Circuits from the Lab[®]
Reference Designs

Circuits from the Lab[®] reference designs are engineered and tested for quick and easy system integration to help solve today's analog, mixed-signal, and RF design challenges. For more information and/or support, visit www.analog.com/CN0233.

连接/参考器件

ADuM3471	集成变压器驱动器和PWM控制器的四通道隔离器
AD5422	16位电流源和电压输出DAC
ADR445	5.0 V精密基准电压源

16位工业、隔离电压电流输出的DAC，同时提供隔离的DC-DC电源

评估和设计支持

电路评估板

[CN0233电路评估板\(EVAL-CN0233-SDPZ\)](#)

[系统演示平台\(EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

设计和集成文件

[原理图、布局文件、物料清单](#)

电路功能与优势

图1所示电路提供16位全隔离±10 V和4 mA至20 mA输出，适合可编程逻辑控制器(PLC)和分布式控制系统(DCS)。

该电路采用数字隔离、PWM控制型电源调节电路和相关的反馈隔离。外部变压器能使电能跨越隔离栅传输，同时整个电路采用初级端的+5 V单电源工作。该解决方案优于隔离式电源模块——电源模块通常体积庞大，而且输出调节可能不佳。

数字隔离器比光隔离器性能更佳，尤其是需要多通道隔离的场合。集成式设计将电路与本地系统控制器相隔离，以防形成接地环路，同时确保不受恶劣的工业环境经常会遇到的外部事件影响。

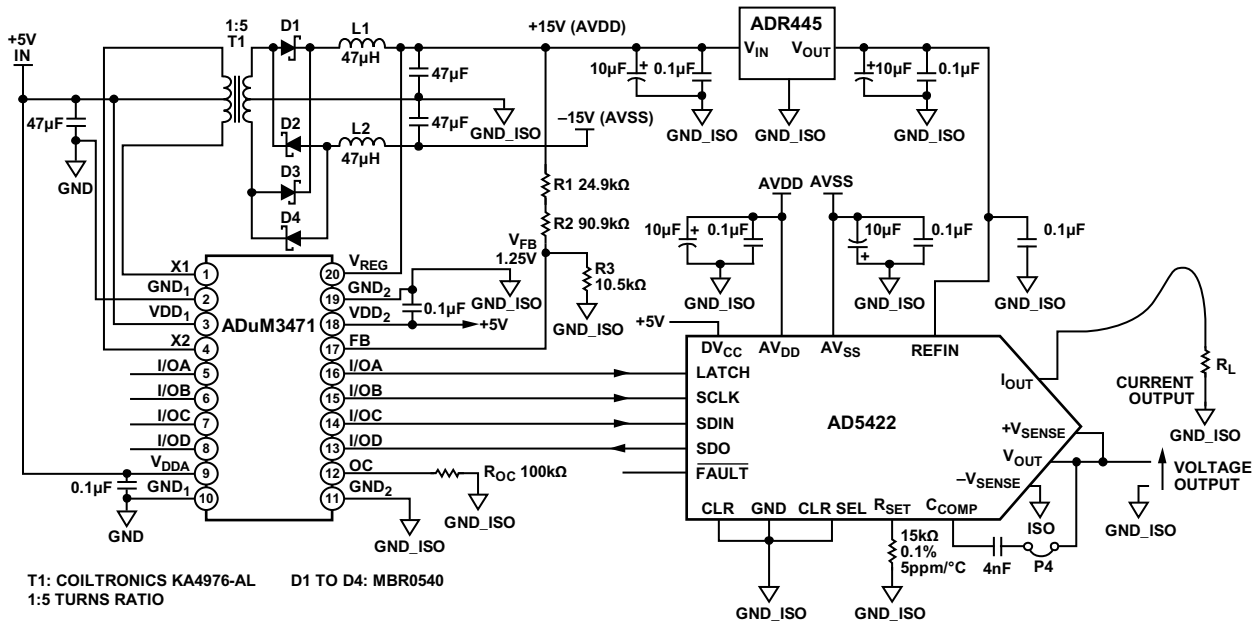


图1. 带隔离电源的16位隔离式电流和电压输出DAC

Rev. A

Circuits from the Lab[®] reference designs 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 Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

电路描述

AD5422是一款完全集成、完全可编程的16位电压和电流输出DAC，可编程范围如下：4 mA至20 mA、0 mA至20 mA、0 V至5 V、0 V至10 V、±5 V、±10 V。电压输出裕量典型值为1 V，电流输出需要大约2.5 V的裕量。这意味着，采用15 V电源时，20 mA电流输出可以驱动大约600 Ω的负载。

ADuM347x为四通道数字隔离器，集成PWM控制器和低阻抗变压器驱动器(X1和X2)。隔离式DC/DC转换器仅需要以下额外器件：变压器和简单的二极管全波整流器。采用5.0 V或3.3 V输入电源时，器件最多可提供2 W的隔离侧调节功率，这样就不需要单独的隔离式DC/DC转换器。

iCoupler芯片级变压器技术用于隔离逻辑信号；集成的变压器驱动器带隔离副边控制功能，可以提高隔离式DC/DC转换器的效率。内部振荡器频率可以在200 kHz至1 MHz范围内调整，由 R_{oc} 的值决定。当 $R_{oc} = 100\text{ k}\Omega$ 时，开关频率为500 kHz。

ADuM3471调节点来自15 V正电源。调节反馈来自分压器网络(R1、R2、R3)。电阻根据以下要求选择：当输出电压为15 V时，反馈电压为1.25 V。反馈电压与ADuM3471内部反馈设定点电压1.25 V相比较。调节通过改变驱动外部变压器的PWM信号的占空比来实现。

负电源的调节不太严格，对于轻负载，负电源可以高达-23 V，这仍然在AD5422的-26.4 V最大工作电压以内。对于1 kΩ以上的标称负载，负电源较大的未调节电压导致的额外功耗不是问题。在对电源变化敏感或极低功耗的应用中，应当考虑其它电源设计。

该电路利用5 V、高精度、低漂移(B级最大值为3 ppm/°C)外部基准电压源ADR445进行测试。在工业温度范围内(-40°C至+85°C)，该电路的总系统误差小于0.1%。

AD5422内部集成一个高精度基准电压源，其最大温漂为10 ppm/°C。若用该基准电压源代替外部基准电压源，则在整个工业温度范围内，只会产生0.065%的额外误差。

测试数据与结果

AD5422差分非线性(DNL)经过测试，可确保系统精度不会因为开关电源而有所损失。图2显示了±10V范围内的DNL。此结果表明DNL误差小于0.5 LSB。

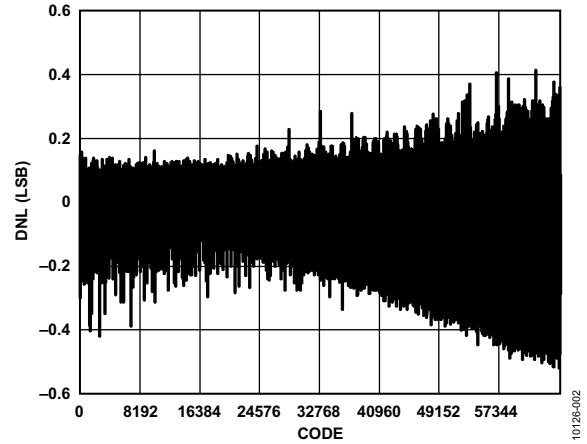


图2. 电路的DNL测量结果(±10 V输出范围)

此外还测试并测量了一定时间内的平均输出噪声，如图3所示。总漂移大约为75 μV，对应仅0.25 LSB的噪声。

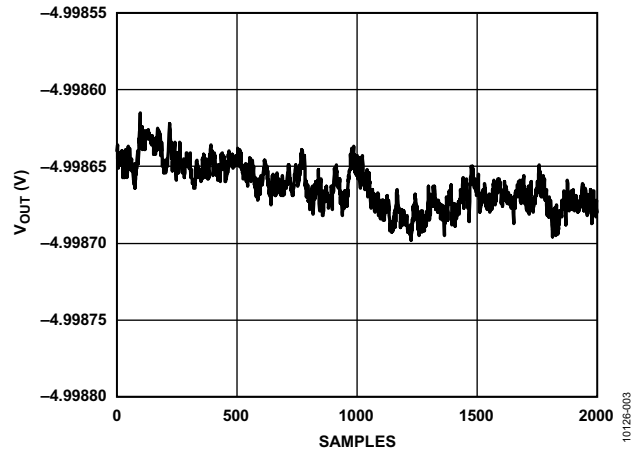


图3. ±10 V输出范围下，DAC输出设为-5 V时测得的平均DAC输出噪声，垂直刻度：50 μV/div (1 LSB = 305 μV)，2000个样本

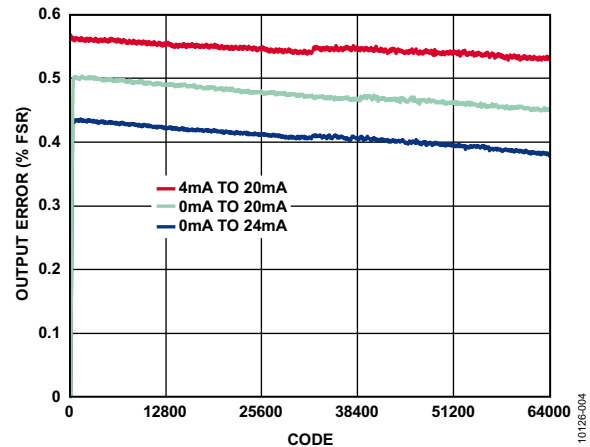


图4. 电流输出范围内的测量误差(% FSR)

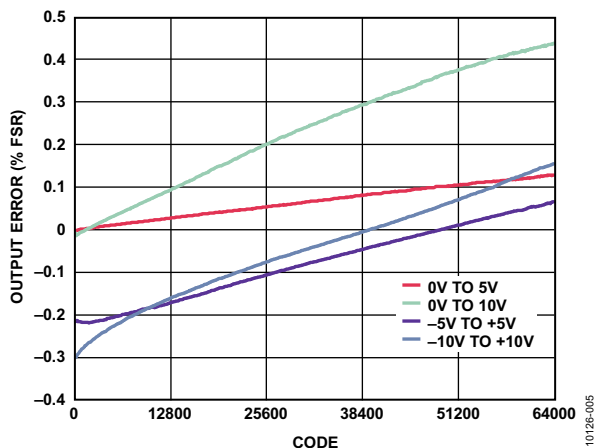


图5. 电压输出范围内的测量误差(% FSR)

电路的实际误差数据见图4和图5。输出电流和电压的总误差(% FSR)通过将理想输出与测量输出之差除以FSR,然后将结果乘以100即可算出。如图4和图5所示,在电流和电压输出模式下均获得了低于0.5% FSR的误差。

如果 V_{OUT} 引脚必须驱动高达 $1\ \mu\text{F}$ 的大电容负载,那么通过跳线连接电路板上的P4引脚,就可在AD5422的 V_{OUT} 引脚和 C_{COMP} 引脚之间连接一个 $3.9\ \text{nF}$ 电容。然而,增加此电容会降低输出放大器的带宽,从而增加建立时间。

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。如果应用只需要 $4\ \text{mA}$ 至 $20\ \text{mA}$ 电流输出,则可以使用单电源方案。这种情况下,正AVCC电源可以高达 $26.4\ \text{V}$,因此输出顺从电压为 $26.4\ \text{V} - 2.5\ \text{V} = 23.9\ \text{V}$ 。输出电流为 $20\ \text{mA}$ 时,可以驱动高达 $1\ \text{k}\Omega$ 的负载电阻。

如果应用不需要16位分辨率,可以使用12位产品AD5412。

ADuM347x(ADuM3470、ADuM3471、ADuM3472、ADuM3473、ADuM3474)隔离器提供四个独立的隔离通道,支持多种输入/输出通道配置。这些器件还提供 $1\ \text{Mbps}$ (A级)或 $25\ \text{Mbps}$ (C级)的最大数据速率。

电路评估与测试

该电路使用EVAL-CN0233-SDPZ电路板连接EVAL-SDP-CB1Z板进行测试,如图6所示。

用于收集测试数据的设备

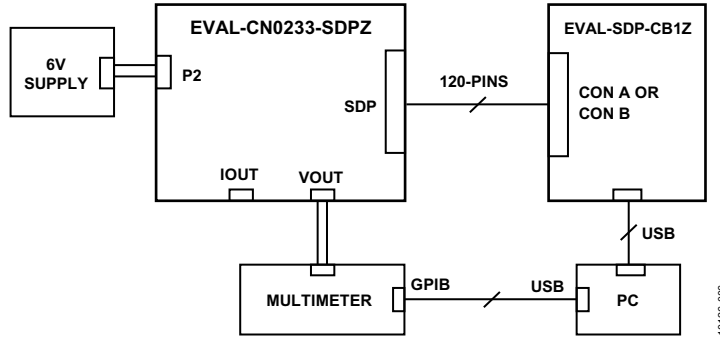
- 带USB端口的Windows® XP、Windows Vista®(32位)或Windows 7(32位)PC
- EVAL-CN0233-SDPZ
- EVAL-SDP-CB1Z
- 电源: $+6\ \text{V}$ 壁式电源适配器、Agilent E3630A或同等设备
- Agilent 3458A、8.5位数字万用表或同等设备
- National Instruments GPIB转USB-B接口与电缆(仅在捕捉DAC模拟数据并将其传送到PC时才需要)

设置与测试

该电路同时连接EVAL-CN0233-SDPZ评估板和EVAL-SDP-CB1Z评估板进行测试和验证,如图6所示。

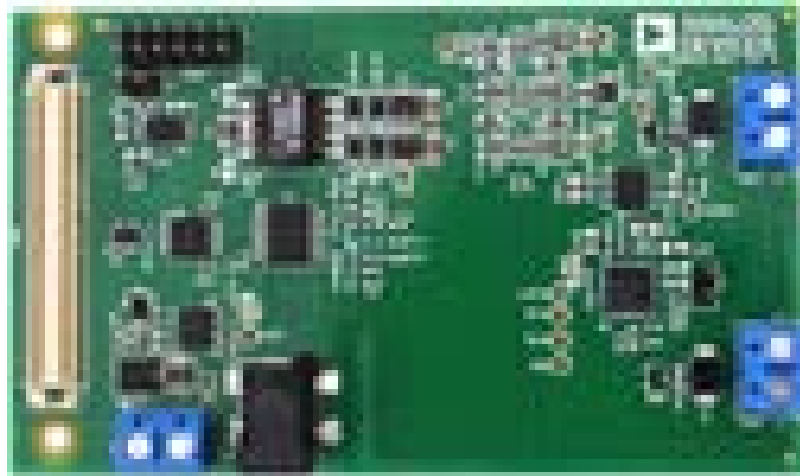
通过CN-0233评估软件使用图6中的设置捕捉EVAL-CN0233-SDPZ电路板的数据。有关使用该软件的详情,请参考CN-0233软件用户指南。

DNL、噪声数据和实际FSR误差可如下方式获取:使用EVAL-SDP-CB1Z板连接PC,将DAC数据输入EVAL-CN0233-SDPZ评估板,然后通过3485万用表读取电压或电流输出结果。GPIB/USB接口用来将数据传输到PC,以供分析使用。CN0233评估软件用来产生DAC所需的数据。



10126-006

图6. 显示评估板连接的测试设置功能框图



10126-007

图7. EVAL-CN0233-SDPZ PC板照片

了解详情

CN-0233 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0233-DesignSupport>

CN-0065 Circuit Note, *16-Bit Fully Isolated Output Module Using the AD5422 Single Chip Voltage and Current Output DAC and the ADuM1401 Digital Isolator*, Analog Devices.

Cantrell, Mark. AN-0971 Application Note, Recommendations for Control of Radiated Emissions with isoPower Devices. Analog Devices.

Chen, Baoxing. 2006. *iCoupler® Products with isoPower™ Technology: Signal and Power Transfer Across Isolation Barrier Using Microtransformers*. Analog Devices.

MT-014 Tutorial, *Basic DAC Architectures I: String DACs and Thermometer (Fully Decoded) DACs*, Analog Devices.

MT-015 Tutorial, *Basic DAC Architectures II: Binary DACs*, Analog Devices.

MT-016 Tutorial, *Basic DAC Architectures III: Segmented DACs*, Analog Devices.

Slattery, Colm, Derrick Hartmann, and Li Ke. "PLC Evaluation Board Simplifies Design of Industrial Process Control Systems." *Analog Dialogue* (April 2009).

Wayne, Scott. *iCoupler® Digital Isolators Protect RS-232, RS-485, and CAN Buses in Industrial, Instrumentation, and Computer Applications*. *Analog Dialogue* (October 2005).

Ardizzoni, John. *A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout*, *Analog Dialogue* 39-09, September 2005.

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

EVAL-CN0233-SDPZ

EVAL-SDP-CB1Z

AD5422 Data Sheet

AD5422 Evaluation Board (EVAL-AD5422EBZ)

ADuM3471 Data Sheet

ADuM3471 Evaluation Board (EVAL-ADuM3471EBZ)

UG-197 User Guide for ADuM3471 Evaluation Board

ADR445 Data Sheet

修订历史**2014年3月—修订版0至修订版A**

更改电路功能与优势部分和图1	1
更改电路描述部分和图2；增加测试数据与结果部分和图4，重新排序；更换图3	2
增加图5；更改电路评估与测试部分、用于收集测试数据的设备部分和设置与测试部分	3
更改图6；增加图7.....	4

2011年10月—修订版0：初始版

(Continued from first page) Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs 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 reference designs. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2011–2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN10126sc-0-3/14(0)

