ANALOG DEVICES

电路笔记 CN-0317

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/CN0317.

连接/参考器件	
AD2S1210	分辨率可变、10位至16位旋变数字转换器，内置参考振荡器
AD8397	双通道、轨到轨、高输出电流放大器

用于10位至16位旋变数字转换器的集成高电流驱动器

评估和设计支持

电路评估板

AD2S1210评估板(EVAL-AD2S1210SDZ)

系统演示平台SDP-B (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所示电路是一款高性能旋变数字转换器(RDC)电路，可在汽车、航空电子和关键工业等要求宽温度范围内具有高稳定性的应用中精确测量角度位置和速度。高电流驱动器AD8397可将310 mA电流驱动到32 Ω负载，从而无需分立式推挽缓冲器解决方案。

RDC常被用于汽车和工业市场，用来提供电机轴位置和/或速度反馈信息。

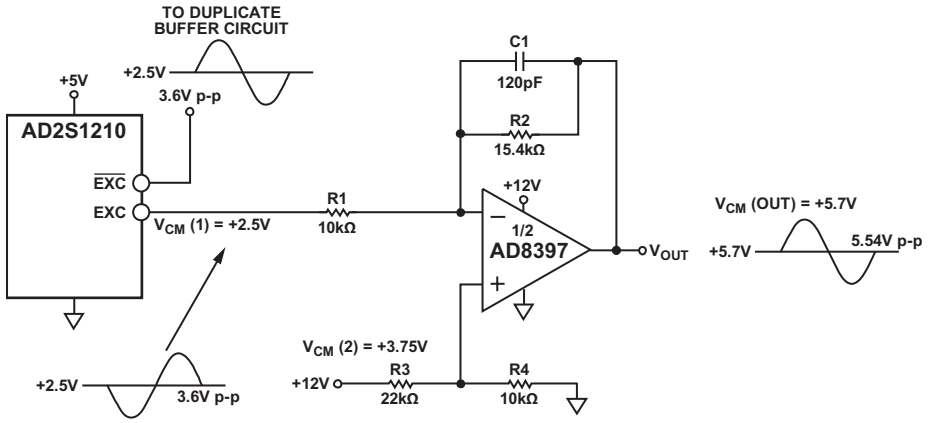

图1. 采用AD8397的高电流缓冲器支持AD2S1210 RDC激励信号输出(原理示意图，未显示去耦和所有连接)

Rev. 0

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)

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

©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

电路描述

AD2S1210是一款完整的10位至16位分辨率跟踪RDC，片内集成可编程正弦波振荡器，为旋变器提供激励。由于工作环境恶劣，AD2S1210(C级和D级)的额定温度范围为−40°C至+125°C的扩展工业温度范围。

图1所示的高电流驱动器采用双通道运算放大器AD8397，用来放大AD2S1210参考振荡器激励输出并进行电平转换，从而优化与旋变器的接口。一个类似的驱动器级用于互补激励输出，从而提供一个全差分信号来驱动旋变器初级绕组。AD8397是一款低失真、高输出电流和宽输出动态范围放大器，非常适合与旋变器一同使用。AD8397能将310 mA电流驱动到32 Ω负载，以便为旋变器提供所需的功率，而无需使用传统的分立式推挽输出级。传统推挽电路需要额外的元件，与之相比，本文提供的方案可简化驱动器电路，而且功耗更低。AD8397采用8引脚窄体SOIC封装，额定温度范围为−40°C至+85°C工业温度范围。

RDC利用正弦信号来确定受正弦波参考信号激励的旋变器的角度位置和/或速度。初级绕组上的旋变器激励参考信号被转换为两个正弦差分输出信号：正弦和余弦。正弦和余弦信号的幅度取决于实际的旋变器位置、旋变器转换比和激励信号幅度。

RDC同步采样两个输入信号，以便向数字引擎(即所谓Type II跟踪环路)提供数字化数据。Type II跟踪环路负责计算位置和速度。典型应用电路如图2所示。

由于旋变器的输入信号要求，激励缓冲器必须提供高达200 mA的单端电流。图1所示的缓冲电路不仅提供电流驱动能力，而且还提供AD2S1210激励输出信号的增益。

典型旋变器的输入电阻在100 Ω至200 Ω之间，初级线圈必须利用7 V rms的电压激励。

AD2S1210的额定频率范围为2 kHz至20 kHz。该转换器支持3.15 V p-p ±27%范围的输入信号。采用Type II跟踪环路跟踪输入信号，并将正弦和余弦输入信息转换为输入角度和速度所对应的数字。该器件的额定最大跟踪速率为3125 rps。

在16位分辨率时，位置输出的精度误差最大值为±5.3弧分。

AD2S1210采用5 V电源供电，用作输出缓冲电路的AD8397要求12 V电源，以便向旋变器提供所需的差分信号幅度。

图1显示了AD2S1210和配置为差分驱动器的AD8397的原理图。AD8397一个极具吸引力的特性是，驱动高负载时，其输出能够提供高线性输出电流。例如，驱动32 Ω负载时，输出电流最高可达310 mA，同时保持−80 dBc的无杂散动态范围(SFDR)。由于其高输出电流，AD8397能够为旋变器提供所需的功率，而无需使用分立式推挽电路。

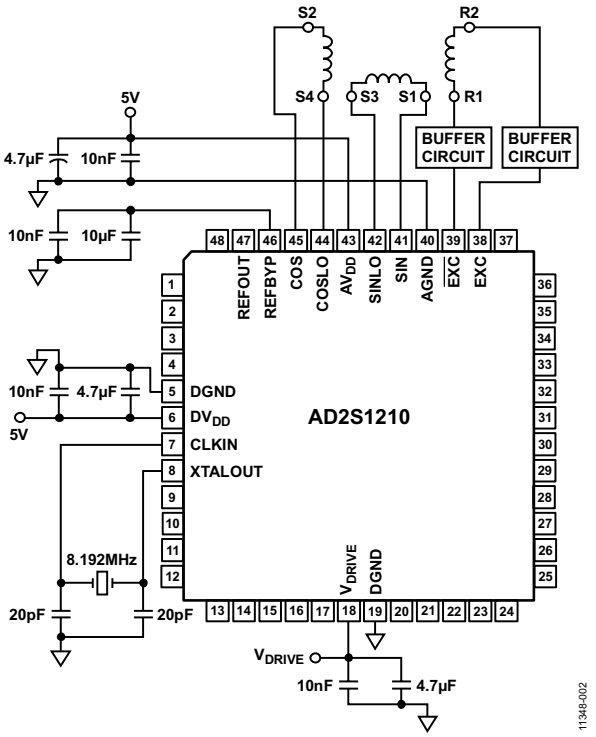

图2. AD2S1210 RDC典型应用电路

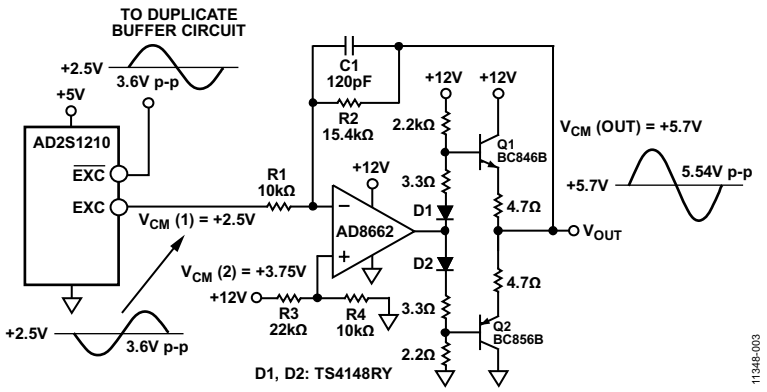

图3. 分立式推挽驱动器电路

对于100 Ω至200 Ω输入电阻，驱动旋变器所需的电流为200 mA。图3所示的分立方案提供一个推挽输出级，这不仅会增加驱动器电路的成本，而且即使没有信号存在时，也会产生少量静态功耗。

图1中的缓冲级可降低功耗并减少元件数，同时实现像推挽电路一样的驱动能力。

AD2S1210的激励输出通常在EXC和$\overline{\text{EXC}}$输出端提供3.6 V p-p正弦信号，由此产生一个7.2 V p-p差分信号。

汽车旋变器的典型转换比为0.286。因此，如果将一个单位增益缓冲器配合AD2S1210使用，则旋变器输出的幅度约为差分2 V p-p。这种信号的幅度不足以满足AD2S1210的输入幅度要求。理想情况下，正弦和余弦输入具有差分3.15 V p-p的幅度，因此AD8397必须提供约1.5倍的增益。

图1所示激励缓冲器的增益通过电阻R1和R2设置。在电路测试期间，R1和R2电阻的值分别为10 kΩ和15.4 kΩ，对应的增益为1.54。

EVAL-AD2S1210SDZ评估板上有跳线选项，可将R2更改为8.66 kΩ，此时提供的增益为0.866。对于转换比为0.5的旋变器，这种增益设置为正弦和余弦输入提供3.12 V p-p差分幅度信号。

电阻R3和R4将放大器的共模电压设置为V_{CM} (2) = 3.75 V。激励输出的共模电压为V_{CM} (1) = 2.5 V(中间电源电压)，相当于缓冲器输出共模电压约为V_{CM} (OUT) = 5.7 V(12 V电源的大约一半)。

由于所选的拓扑结构可以采用单电源供电，因此针对缓冲器选择的运算放大器也必须能够采用单供电轨供电。AD8397采用12 V单电源供电，提供轨到轨输出，因而是理想的选择。

测量

EVAL-AD2S1210SDZ评估板提供了跳线选项，支持使用图1所示的集成驱动器或图3所示的分立驱动器。

图4显示了分立式推挽电路和采用AD8397的集成缓冲器的信号质量。使用Rohde & Schwarz RTO1024(快速傅里叶变换FFT)分析输出信号，并测量基波和谐波功率。激励频率设置为10 kHz。

增益设置为1.54时，AD8397在两种配置中均提供5.54 V p-p的输出信号。基波功率约为18 dBm，驱动RTO1024的50 Ω典型输入阻抗。

然后，根据信号的基频和谐波功率值计算信纳比(SINAD)和总谐波失真(THD)。对于推挽电路，SINAD = 50.9615 dB，THD = 25.66%；对于AD8397缓冲器，SINAD = 54.8 dB，THD = 25.51%。这一计算使得两种配置可以相互比较。

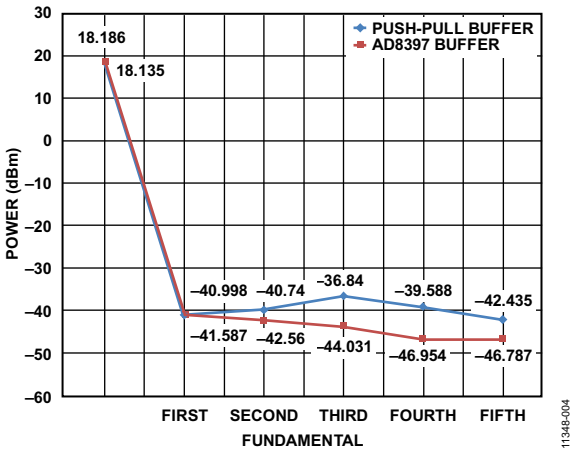

图4. 推挽和AD8397输出信号对比

下一步要证明：即使输出端存在高电流，AD8397电路也能传送激励信号。图5所示的测试设置通过吸收输出端电流来确定AD8397电路性能。

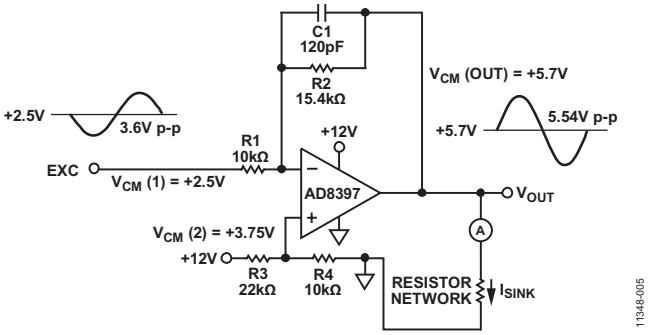

图5. 吸收AD8397电流的测试设置

AD8397可将高达310 mA的高线性输出电流驱动到32 Ω负载。旋变器输入电阻通常在100 Ω至200 Ω范围内。

图6显示了吸收AD8397输出端310 mA电流时的激励信号。输出仍能维持其信号强度，因而能够驱动典型旋变器。

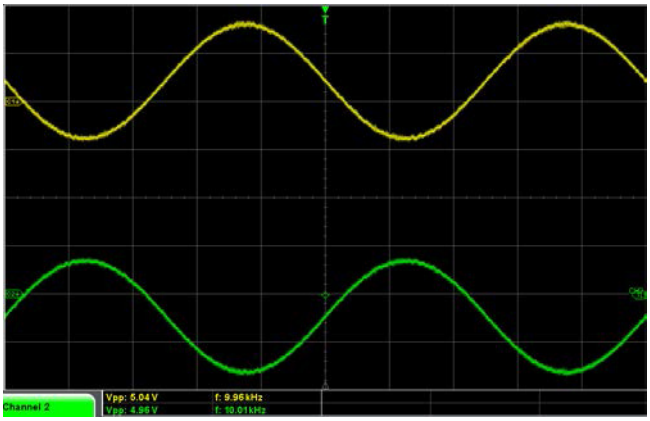

图6. 吸收AD8397输出端310 mA电流

如果连接到旋变器，AD8397提供的激励信号可以在AD2S1210输入范围要求内产生正弦和余弦信号。

建议

电容C1与电阻R2并联形成一个低通滤波器，用来滤除$\overline{\text{EXC}}$和EXC输出上存在的任何噪声。选择此滤波器的截止频率时，应确保滤波器所引起的载波相移不超过AD2S1210的锁相范围。注意，C1不是必需的，因为旋变器可以滤除AD2S1210激励输出中的高频成分。

在电路验证过程中，旋变器的输出直接连接到AD2S1210输入。用户应用中经常会使用额外调整电阻和/或无源RC滤波器。在AD2S1210之前可以使用额外无源元件，但不要超过产品数据手册规定的AD2S1210最大锁相范围。外部无源元件可能会导致通道间幅度不匹配误差，这会直接转化为位置误差。因此，信号路径中推荐使用至少1%容差的电阻和5%容差的电容。

根据应用和传感器的具体要求，可以更改AD2S1210和AD8397周围的元件值。例如，通过改变电阻值，用户可以调整偏置电压、幅度和缓冲电路输出端的最大驱动能力。

常见变化

图1所示的缓冲电路可以在不做任何修改的情况下与ADI公司的其他RDC一起使用，例如AD2S1200和AD2S1205。要改变输出幅度、驱动能力和失调电压，应适当调整无源元件。

电路评估与测试

可使用EVAL-AD2S1210SDZ评估板来评估和测试AD2S1210及CN-0317电路。CN-0317设计支持包提供了详细原理图、布局布线以及物料清单。

EVAL-AD2S1210SDZ用户指南完整说明了如何使用评估板的硬件和软件。

设备要求

需要以下设备：

- 带USB端口的Windows® 7(或更新版)PC
- EVAL-AD2S1210SDZ评估板
- EVAL-SDP-CB1Z SDP-B控制板
- EVAL-AD2S1210SDZ评估软件
- 9 V壁式直流电源(随同EVAL-AD2S1210SDZ评估板提供)
- 旋变器(例如Tamagawa TS2620N21E11)

开始使用

设置电路评估的步骤如下：

1. 安装评估软件光盘中的评估软件。安装软件时，确保EVAL-SDP-CB1Z板与PC的USB断开连接。安装之后，PC可能需要重启。
2. 确保按照EVAL-AD2S1210SDZ用户指南的表2所示配置各种链路选项。
3. 按照图7所示将SDP板连接到评估板。
4. 将套件包含的9 V电源适配器连接到评估板上的接头J702。
5. 通过USB电缆将SDP板连接到PC。
6. 从**程序**菜单中的**Analog Devices**子文件夹下运行评估软件。
7. 将旋变器的EXC、$\overline{\text{EXC}}$、SIN、$\overline{\text{SIN}}$、COS和$\overline{\text{COS}}$线连接到接头J5和接头J6，如图7所示。

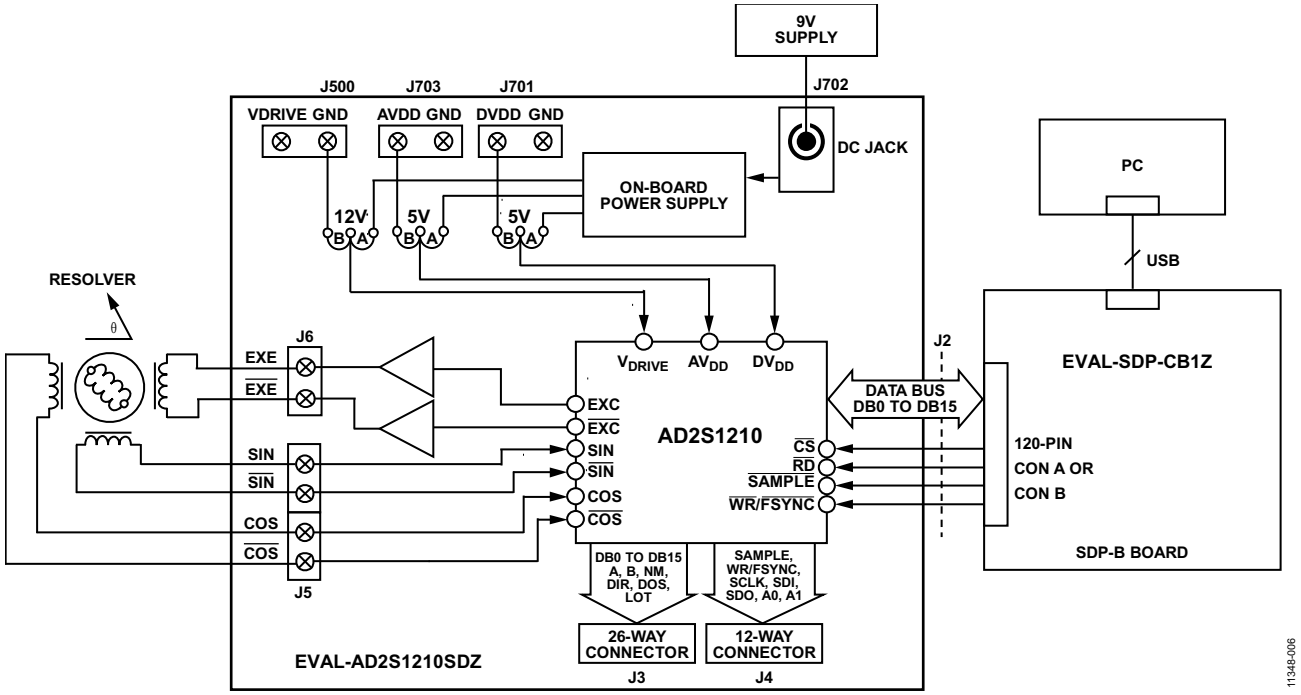

图7. 测试设置功能框图

测试

一旦USB通信建立，EVAL-SDP-CB1Z就可用来发送、接收、采集来自EVAL-AD2S1210SDZ的并行数据。

图8为使用该电路测量位置和速度时评估软件**采集**选项卡的输出显示。

图9为EVAL-AD2S1210SDZ评估板与EVAL-SDP-CB1Z板相连的照片。

有关测试设置、校准以及如何使用评估软件来捕捉数据的完整详细信息，请参阅EVAL-AD2S1210SDZ评估板用户指南。

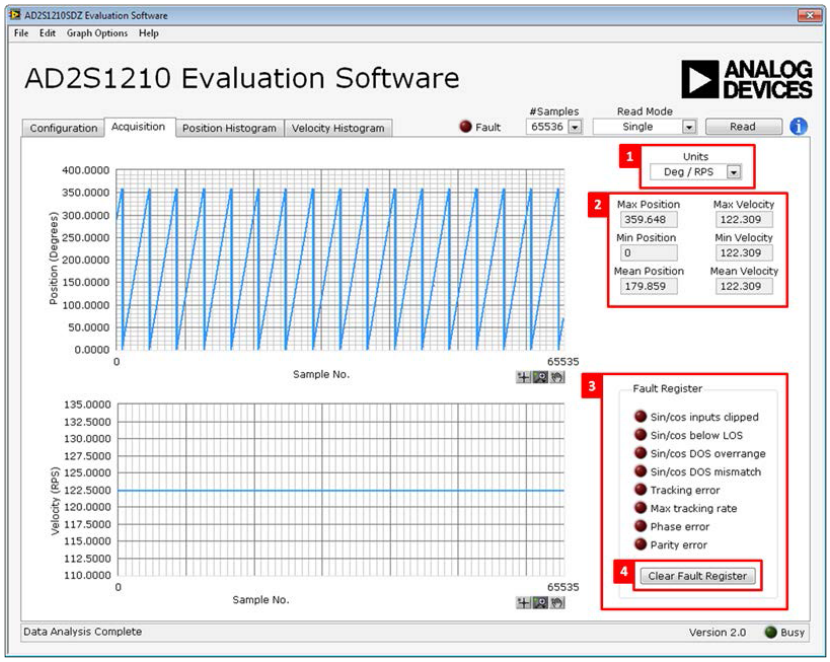

*图8. 评估软件输出显示——**采集**选项卡中的位置和速度数据*

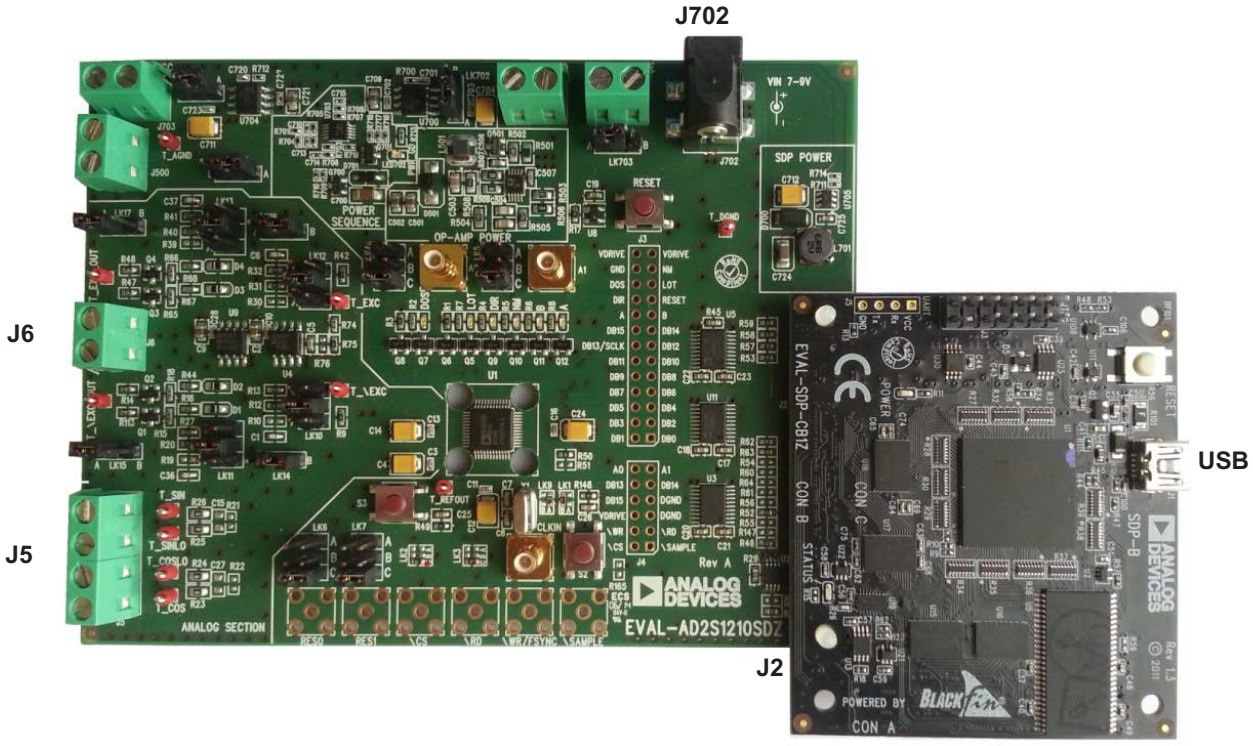

图9. EVAL-AD2S1210SDZ评估板与EVAL-SDP-CB1Z SDP板相连的照片

了解详情

CN-0317设计支持包

UG-709 EVAL-AD2S1210SDZ评估板用户指南

Szymczak Jakub等人，精密旋变数字转换器测量角度位置和速度，模拟对话48-03，2014年3月，ADI公司

Thomas Mark，跟踪转换器的动态特性，AN-264应用笔记，ADI公司

Gasking John，旋变数字转换，AN-263应用笔记，ADI公司

Fu Dennis，数字旋变器集成，AN-234应用笔记，ADI公司

Fu Dennis，AD2S90旋变数字转换器的电路应用，AN-230应用笔记，ADI公司

MT-030指南，旋变数字转换器，ADI公司

MT-031指南，接地技术，ADI公司

MT-101指南，去耦技术，ADI公司

CN-0192电路笔记，用于AD2S1210旋变数字参考信号输出的高电流驱动器，ADI公司

CN-0276电路笔记，高性能10位至16位旋变数字转换器，ADI公司

《线性电路设计手册》第3章“传感器”和第6章“转换器”，Ed. Hank Zumbahlen，Newnes，2008年

数据手册和评估板

AD2S1210数据手册

AD8397数据手册

修订历史

2014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.

©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN11348sc-0-10/14(0)