

Circuits from the Lab® 参考设计是经过测试的参考设计，有助于加速设计，同时简化系统集成，帮助并解决当今模拟、混合信号和 RF 设计挑战。如需更多信息和/或技术支持，请访问 www.analog.com/cn/CN0416。

连接/参考器件

ADM2682E	16 Mbps、5 kV rms 信号和电源隔离 RS-485 收发器，提供±15 kV ESD 保护
LTC2865	±60 V 故障保护 3 V 至 5.5 V RS-485/RS-422 收发器
ADP7102	3.3 V、300 mA、低噪声、CMOS LDO

稳健、可配置、隔离和非隔离 RS-485 收发器

评估和设计支持

电路评估板

[CN-0416 电路评估板\(EVAL-CN0416-ARDZ\)](#)

[Arduino 尺寸兼容开发板\(EVAL-ADICUP3029\)](#)

设计和集成文件

[原理图、版图文件、物料清单](#)

电路功能与优势

TIA/EIA-485-A 是电信业使用最广泛的传输线路标准，描述了 RS-485 接口的物理层，通常与 Profibus、Interbus、Modbus 或 BACnet 等更高层协议配套使用。应用包括：过程控制网络、工业自动化、远程终端、楼宇自动化（例如，暖通空调(HVAC))、安保系统、电机控制和运动控制。通过 RS-485 接口，能够在相对较长的距离（比如 1 km）内实现稳定的数据传输。

图 1 所示的电路是通用 RS-485 通信平台，同时实施隔离和非隔离 RS-485 设计。非隔离电路提升了 RS-485 规范中-7V 至+12V 共模电压范围到±25V 的扩展共模范围，并且在许多应用中无需进行隔离，如所有节点均以相同电力线和接地线供电并将其作为参考的情况。

但是，对于在远程节点之间需要稳定通信（如楼宇间通信）的大规模系统，隔离接口允许控制器接地和 RS-485 信号之间的电压高达 500 V。消除远程网络中的共模效应需要节点或中继器相互隔离，而经过 UL1577 认证的隔离型收发器可对控制器接地和 RS-485 信号之间高达 5000 V 的电压进行保护和绝缘（按照 UL1577，为 1 分钟耐压）。

根据应用，电路可配置为在全双工和半双工工作状态。每个连接的端接均可断开或进行电阻端接，这使得客户可以在总线线路中轻松添加或删除节点。此外，还可配置端接电阻以支持标准 RS-485 电缆或 CAT5 以太网电缆。板载电源或总线电力线可对器件进行供电。

电路可用于使用板载地址选择器的点到点系统或多点系统。每个电路可设置为主器件或从器件，具体取决于使用它的特定应用和网络。与 [ADALM-UARTJTAG](#) 兼容的板载 10 引脚连接器允许主器件通过 USB 虚拟 COM 端口充当主机计算机和 RS-485 总线之间的网关。

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)

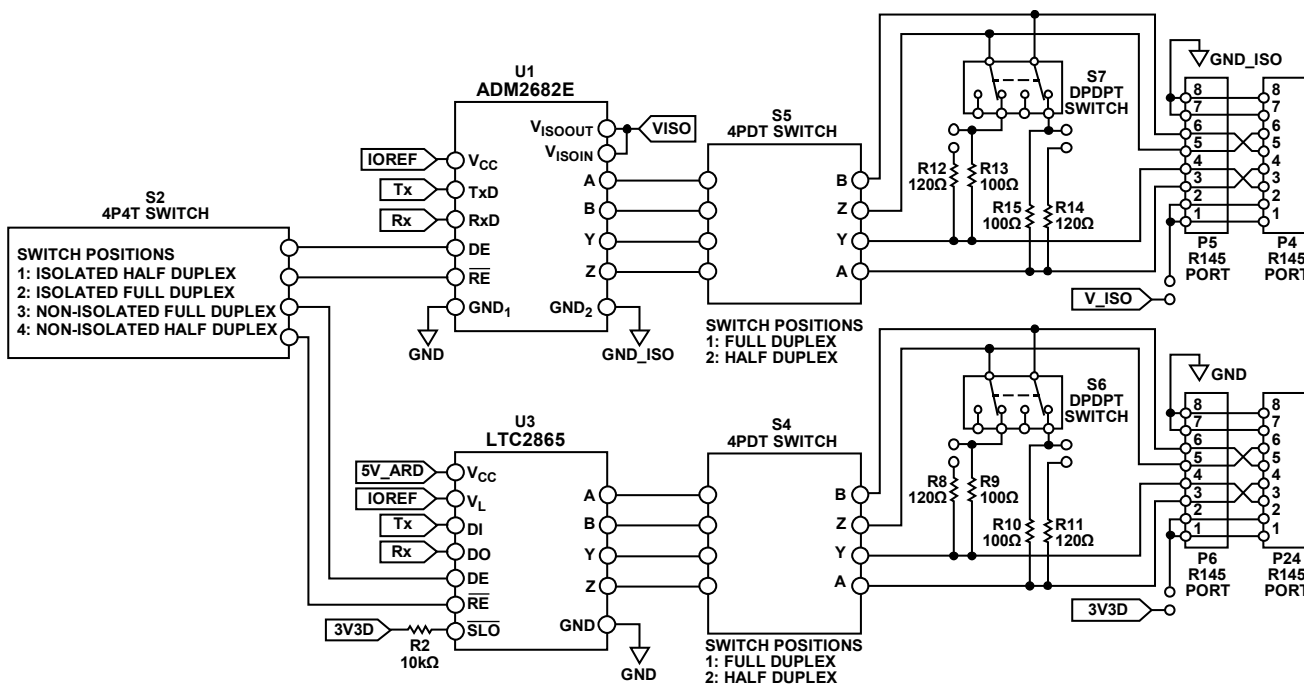


图1. 隔离和非隔离 RS-485 收发器简化原理图

电路说明

RS-485 总线标准

RS-485 总线是工业应用中最常用的物理层标准之一，这些应用需要支持多点通信链路和在长达 1200 m 的距离内进行远程数据传输的本地网络。对于长达 12 m 的电缆，可实现 10 Mbps 的数据速率，在 1200 m 时，数据速率下降至 100 kbps，如图 2 所示。

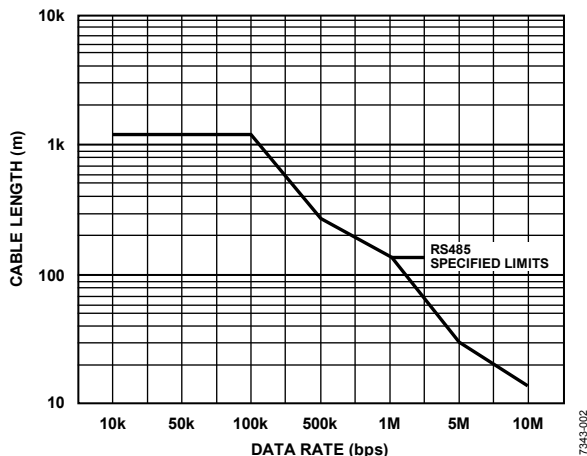


图 2. 电缆长度和数据速率

表 1 显示 RS-485 总线标准的部分规格，以及 [ADM2682E](#) 和 [LTC2865](#) 提供的改进规格。

有关各收发器器件的完整详情，请参阅相应的数据手册。[ADM2682E](#) 和 [LTC2865](#) 的扩展规格提高了名义上符合标准要求但偶尔会出现超出规定要求状况的系统的稳健性。例如，工厂的两个设备机柜可能同时接大地，同时两个地平面之间有些许交流电压差。但是，一个机柜遭受 ESD 冲击可能会暂时将其共模电压驱动到 20 V。[LTC2865](#) 可在此类事件下工作，但刚刚符合标准的收发器可能会造成数据丢失或完全失灵。

[ADM2682E](#) 极大地扩展了耐受共模电压范围，允许 25 kV/μs 的瞬变抗扰度，以及器件之间高达 5000 V 的电位差（按照 UL1577，为 1 分钟耐压）。有关安全和法规认证的详情，请参考 [ADM2682E](#) 数据手册。

表 1. RS-485 总线标准规格

规格	标准	ADM2682E	LTC2865
数据速率	10 Mbps	16 Mbps	20 Mbps
驱动器输出施加电压范围	-7 V至+12 V	-9 V至+14 V, 隔离	-60 V至+60 V
接收器输入电压范围	-7 V至12 V	-9 V至+14 V, 隔离	-60 V至+60 V
接收器输入灵敏度	±200 mV	-200至-30 mV	±200 mV
电缆长度	最长1200 m	最长1200 m	最长1200 m
接收器输入电阻	≥12 kΩ	96 kΩ	112 kΩ
驱动器和接收器数量	32个驱动器 32个接收器	256个驱动器和接收器	256个驱动器和接收器

在EVAL-CN0416-ARDZ上集成隔离和非隔离收发器有助于确定实际要求和终端应用的实施。

电路有四个板载以太网插孔，一对用于隔离通信，一对用于非隔离通信。以太网电缆并非用于RS-485应用，且阻抗为100 Ω，而不是RS-485的120 Ω，但使用广泛的通用CAT5和CAT6电缆为在开发过程中构建原型系统提供了便利。此外，每对以太网端口都有交叉引脚配置，因此可以对多节点系统使用直通以太网电缆。提供了与RS-485信号的连接点，从而方便使用其他连接器，或直接连接至应用的RS-485电缆。

RS-485总线节点容量

ADM2682E和LTC2865均具有最低96 kΩ的1/8单位负载，从而允许单个总线系统中拥有多达256个节点。（RS-485标准指定接收器输入阻抗为12 kΩ，以及最多32个节点。）

端接

通用端接指南用于端接传输信号的线路，且信号上升/下降时间不到电缆传播延迟的四倍。标准CAT5电缆的传播延迟为4.8 ns/m至5.3 ns/m。ADM2682E和LTC2865的最大上升/下降时间为15 ns。因此，对于长度大于0.78 m的线路，建议使用端接。最佳做法是，正确端接所有RS-485系统。

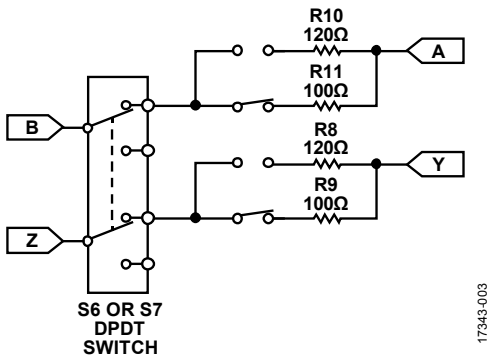


图3. 端接选择开关

图3中所示的电路可将RS-485线路端接配置为差分电阻，或通过S7保持开路用于隔离通信，并通过S6保持开路用于非隔离通信。全双工RS-485标准要求在主节点和最远的从节点上进行端接。

对于半双工连接，对传输电缆的两端进行端接。端接电阻的值应等于电缆的特性阻抗。CAT5电缆的特性阻抗为100 Ω。默认情况下，电路使用100 Ω端接电阻，但可通过焊接链路配置为使用标准RS-485端接电阻，即120 Ω。表2显示开路和端接RS-485通信的优缺点。

表 2. 端接的优缺点

端接	优点	缺点
开路或无端接	简单、功耗低	用于缓慢和短程通信
并联电阻	支持远程和快速通信	功耗高

半双工操作

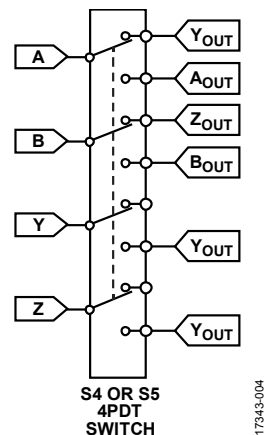


图4. 半双工或全双工选择开关

图4中所示的电路可设置为在半双工模式中操作，分别通过开关S5和开关S4进行隔离和非隔离通信。驱动器同相输出与接收器的同相输入短路，而驱动器的反相输出与接收器的反相输入短路。此配置支持2线RS-485网络，但总线一次只能支持一个方向的数据传输。要确保一次仅使能一个驱动器发送数据，需要驱动器和接收器使能引脚。图5显示三

从节点半双工隔离RS-485通信的连接设置。从节点通过类似以太网插孔连接。例如，从节点A的P5口使用直通CAT5电缆连接到从节点B的P5口。主节点通过相对的以太网插孔连接到从节点。例如从节点A的P5口使用直通CAT5电缆连接到主节点的P4口。

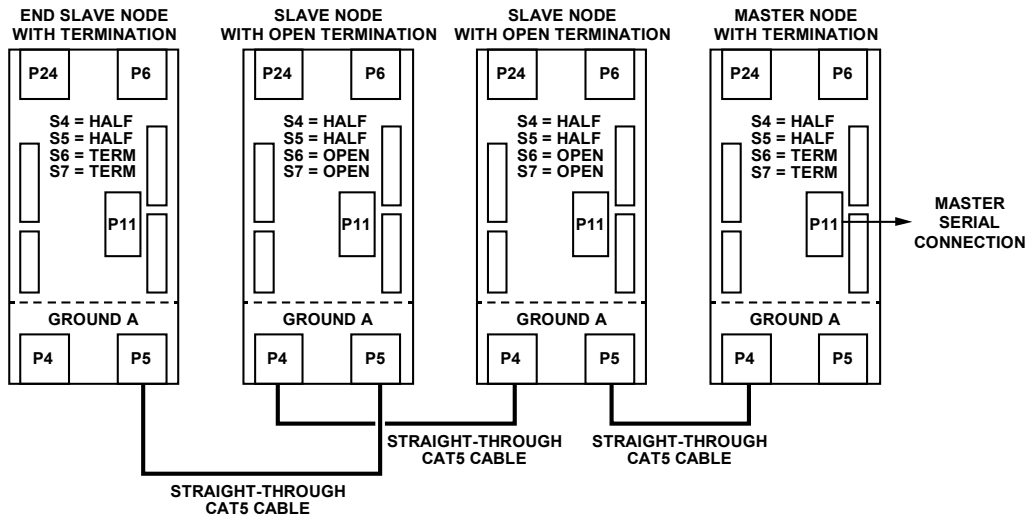


图5. 使用 ADM2682E 隔离 RS-485 通信的三节点半双工开关设置和连接图

表 3. 图 5 的节点和开关设置

节点类型	开关设置
带端接的主节点	S4 = 半双工, S5 = 半双工 S6 = 端接, S7 = 端接
带开路端接的从节点	S4 = 半双工, S5 = 半双工 S6 = 开路, S7 = 开路
带端接的终端从节点	S4 = 半双工, S5 = 半双工 S6 = 端接, S7 = 端接

全双工操作

图5中所示的电路可设置为在全双工模式中操作，分别通过S5和S4进行隔离和非隔离通信。在全双工模式中，电路分别使用所有接收器收入和驱动器输出。这支持4线RS-485网络，可在主节点和从节点之间适应双向同时数据传输。图6显示三从节点全双工非隔离RS-485通信的连接设置。使用

直通以太网电缆时，从节点通过类似的以太网插孔连接。例如，从节点A的P6口使用直通CAT5电缆连接到从节点B的P24口。主节点通过相对的以太网插孔连接到从节点。例如，从节点A的P6口使用直通CAT5电缆连接到从节点B的P24口。

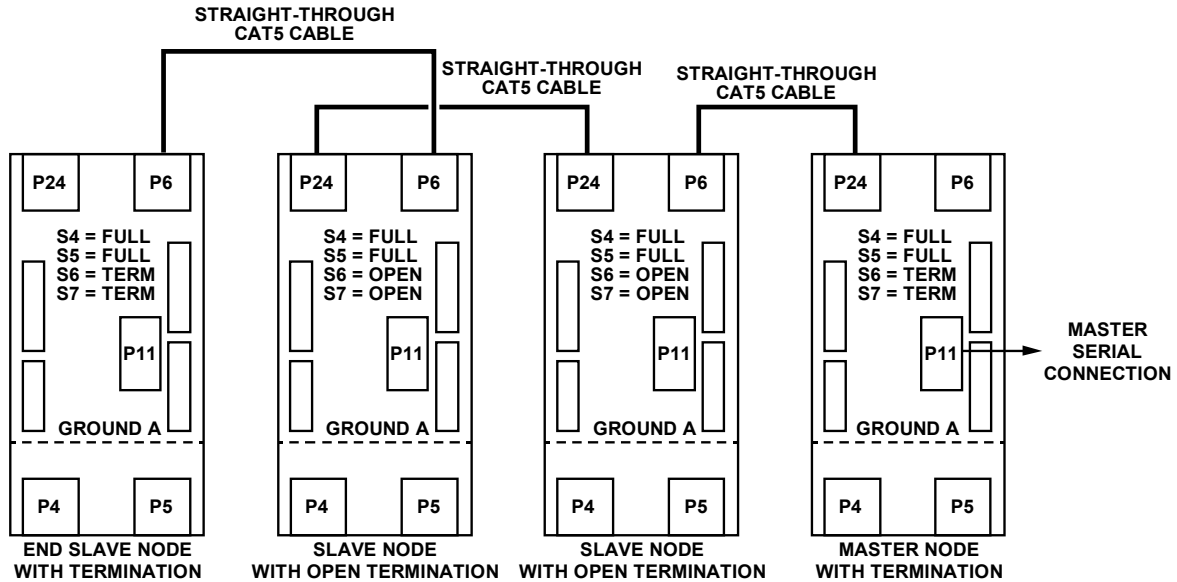


图6. 使用LTC2865的三节点全双工开关设置和连接图

表 4. 图 6 的节点类型和开关设置

节点类型	开关设置
带端接的主节点	S4 = 全双工, S5 = 全双工 S6 = 端接, S7 = 端接
带开路端接的从节点	S4 = 全双工, S5 = 全双工 S6 = 开路, S7 = 开路
带端接的终端从节点	S4 = 全双工, S5 = 全双工 S6 = 端接, S7 = 端接

真故障保护接收器输入

在多节点系统中，当所有节点处于接收模式时，总线处于空闲状态。在总线空闲状态时，差分输入电压为0 V。上一代RS-485接收器需要外部故障保护端接和偏置来防止总线空闲状态生成错误数据。[ADM2682E](#)和[LTC2865](#)均可容许总线空闲状态，无需外部电路。

[ADM2682E](#)具有真故障保护接收器输入，且差分输入阈值电压为-200 mV至-30 mV。因此，0 V差分输入电压作为确定的逻辑电平接收，并可避免随机错误数据输入或影响系统。

当器件需要调节输入阈值电压时，调节会导致接收器输出的占空比不对称，这在低输入信号电平和缓慢输入边沿速率时恶化。[LTC2865](#)具有完全故障安全操作，无需调节输入阈值电压。[LTC2865](#)不调节输入阈值电压，而是使用内部窗口比较器来确定输入电压是否掉落在正负阈值之间。如果这种故障安全状况持续超过3 μ s，故障安全状况就会使能，信号强制为高电平状态。

信号和电源隔离

[CN-0416](#)电路可通过开关S2配置，使用[ADM2682E](#)进行隔离通信或使用[LTC2865](#)进行非隔离通信。

使用直通以太网电缆将隔离以太网插孔连接到两个从节点之间的非隔离以太网插孔时，将P4连接到P24，并将P5连接到P6。相反，在相同情况下在主节点和从节点之间连接时，将P4连接到P6，将P5连接到P24。使用相同电气系统为所有节点供电时，将其全部连接到同一接地可以减少在不同地电位节点之间流动的接地电流产生的噪声。对于单接地配置，非隔离RS-485通信最适合。

当不同节点由不同电气系统供电时，特别是当它们位于不同建筑物时，可能会增加接地阻抗，而这反过来又会增加节点间接地电流的可能性。对于潜在的接地电流情况，需要隔离RS-485通信。[ADM2682E](#)使用了ADI公司具有5kV rms的*iCoupler*[®]数据通道进行信号隔离，以及5kV rms的*isoPower*[®]全集成隔离DC-DC电源。

常见变化

以太网端口中存在的RS-485线路是驱动器和接收器反相和同相输入，以及电力线和接地线。替代设计使用常规螺丝端子，便于对标准RS-485电缆进行布线，还包括一个用于屏蔽的连接。

[EVAL-CN0416-ARDZ](#)板的连接器与[ADALM-UARTJTAG](#)编程板兼容，可轻松与PC连接。此外，USB转串行转换器可选择具有3.3 V电源输出，从而满足[ADM2682E](#)和[LTC2865](#)的电流要求，而无需[ADP7102](#)低压差稳压器。也可移除板载六角开关以减少成本和通用输入/输出(GPIO)数量，改用全软件实施进行节点寻址。

电路评估与测试

[CN-0416](#)有两类电路评估或测试设置，一类用于直接通信，一类用于多节点网络。直接通信设置是终端节点到终端节点、全双工连接。多节点网络在一个主节点和多个从节点之间进行主/从通信。

这两种设置均使用[EVAL-CN0416-ARDZ](#)电路评估板、[ADALM-UARTJTAG](#)编程板和[EVAL-ADICUP3029](#)。发送和显示测试消息需要串行终端软件。建议使用Tera Term等串行终端软件，这种软件可在插入或拔出器件后自动重新连接。

设备要求

- 具有USB端口和Windows 7（32位）或更高版本的PC
- [EVAL-CN0416-ARDZ](#)电路评估板
- [ADALM-UARTJTAG](#)板
- 直通RJ45 CAT5/CAT5E电缆
- USB转micro-USB电缆
- [EVAL-ADICUP3029](#)及其相应电源适配器（加载有[CN-0416](#)多节点全双工示例代码）

开始使用

EVAL-CN0416-ARDZ的详细用户指南可在ADI公司Wiki上获得。关于硬件和软件操作的所有方面，都可以参阅本用户指南。

对所有测试设置上电之前，将EVAL-CN0416-ARDZ中的板载开关设置为与测试设置对应的通信设置。

直接通信测试设置和功能框图

将每个EVAL-CN0416-ARDZ板的板载开关设置为具有端接的全双工开关。用户可选择使用隔离或非隔离通信。

要设置图7中所示的连接图，请按以下步骤操作：

1. 通过P11跳线头将两个EVAL-CN0416-ARDZ板连接到两个ADALM-UARTJTAG板。
2. 使用直通CAT5电缆将两个EVAL-CN0416-ARDZ板连接在一起。

- a. 对于隔离通信，将一个板的P4连接到另一个板的P5，反之亦然。图7显示了隔离通信的设置连接。
 - b. 对于非隔离通信，将一个板的P6连接到另一个板的P24，反之亦然。
3. 使用USB转microUSB电缆将两个ADALM-UARTJTAG编程板连接到PC。
 - a. 确保识别两个ADALM-UARTJTAG板所使用的正确的虚拟COM端口。
 - b. 在PC上，通过串行终端连接，连接到第一个EVAL-CN0416-ARDZ。确保正确设置波特率和COM端口。
 - c. 在PC上，通过第二个串行终端连接，连接到第二个EVAL-CN0416-ARDZ。确保正确设置波特率和COM端口。
 4. 两个串行终端现在通过RS-485通信连接在一起。一个终端发送的任何消息都将被另一个终端接收。两个串行终端之间的消息可同时发送和接收。

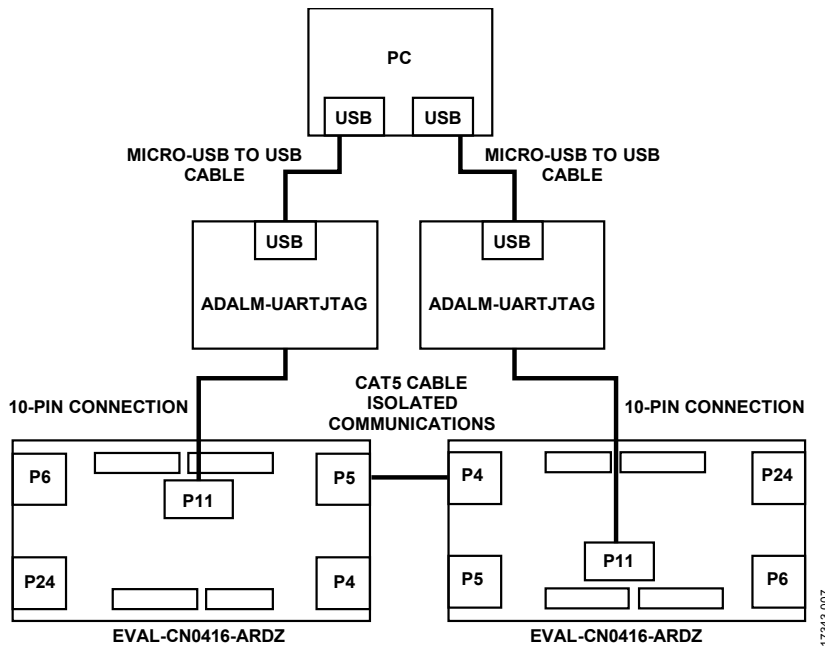


图7. 用于直接通信的隔离全双工 RS-485 连接图

多节点网络测试设置和功能框图

图8显示了同时使用隔离和非隔离RS-485收发器的多节点网络设置，且两个不同的从节点由EVAL-ADICUP3029连接。如图8所示，设置每个EVAL-CN0416-ARDZ板的板载开关。将每个板的十六进制选择开关设置为唯一地址值。

要设置图8中所示的网络，请按以下步骤操作：

1. 将主节点的 P11 10 引脚连接器连接到 ADALM-UARTJTAG。

2. 使用直通以太网电缆连接所指示端口中的 EVAL-CN0416-ARDZ板（如图8所示）。
3. 使用USB转microUSB电缆将ADALM-UARTJTAG连接到PC。
4. 识别ADALM-UARTJTAG所使用的正确的虚拟COM端口。
5. 打开串行终端软件，以wiki用户指南中规定的波特率连接到串行端口。
6. 选择一个从节点，以通过发送其十六进制地址（0至9和A至F）进行通信。
7. 主节点发送的任何小写字母均由从节点使用凯撒密码进行加密，并同时发送回主节点。

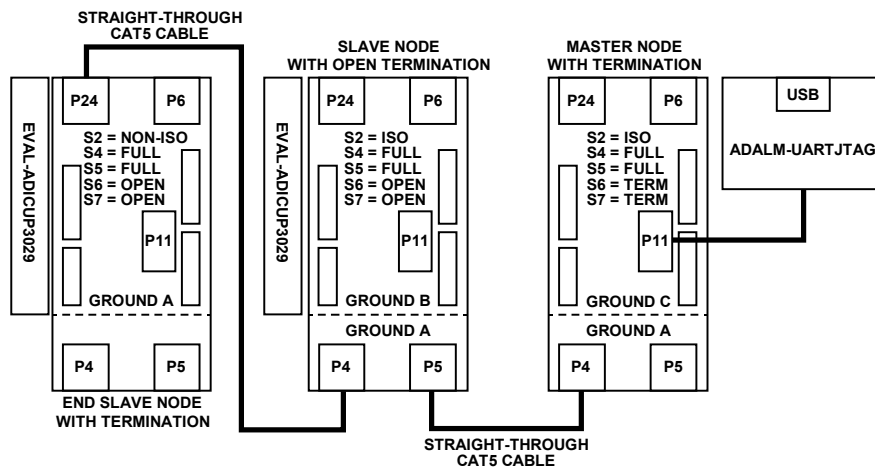


图8. 用于多节点网络的隔离和非隔离全双工 RS-485 组合连接图

电源配置

当连接到ADALM-UARTJTAG或EVAL-ADICUP3029时，EVAL-CN0416-ARDZ评估板将接收必要的电压以驱动电路。

了解更多

CN-0416设计支持包：

www.analog.com/CN0416-DesignSupport

[ADICUP3029用户指南](#)

[ADALM-UARTJTAG用户指南](#)

[应用笔记AN-960](#)，[RS-584/RS-422电路实施指南](#)，ADI公司。

[RS485快速指南](#)，[TIA/EIA-485-A标准](#)，ADI公司。

数据手册和评估板

[CN-0416电路评估板\(EVAL-CN0416-ARDZ\)](#)

[EVAL-ADICUP3029评估板](#)

[ADuCM3029数据手册](#)

[ADM2682E数据手册](#)

[LTC2865数据手册](#)

[ADP7102数据手册](#)

修订历史

2019年4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.

©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN17343sc-0-4/19(0)



www.analog.com/cn