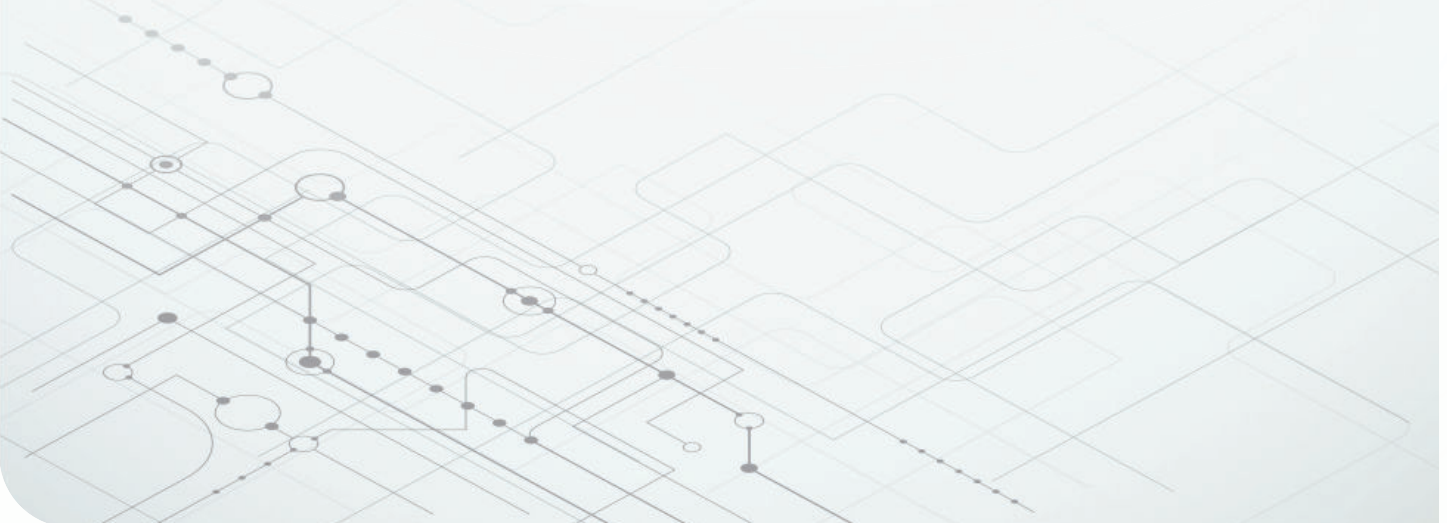


完全集成式信号和电源隔离解决方案 - 应用和优势



Vikas Kumar Thawani
Systems engineer
Isolation, Interface Group
Texas Instruments

Anand Reghunathan
Applications engineer
Isolation, Interface Group
Texas Instruments



要想切实发挥用处，集成式电源和信号隔离解决方案必须提供高效率、大功率输送和低发射，同时具有高隔离性能。

隔离解决方案可以阻止系统的两个部分之间形成直流 (DC) 和干扰交流 (AC)，同时仍支持在这两个部分之间进行信号和电力传输。隔离解决方案适用于各种各样的应用：保护操作人员和低压电路免受高电压影响，提高噪声抗扰度，以及处理通信子系统之间的接地电位差。

引言

具有互补金属氧化物半导体 (CMOS) 或晶体管-晶体管逻辑 (TTL) 级输入和输出的隔离器被称为数字隔离器。图 1 虽然数字隔离器提供信号隔离功能，但完全隔离两个电压域也需要对电源进线隔离（请参阅）。

生成隔离式电源的传统方法是在反激式、Fly-Buck 或推挽式拓扑中使用直流/直流转换器来驱动变压器。次级侧的脉动信号经整流和滤波后生成一种隔离式直流电源。基于光耦合器的初级侧反馈实现了线路和负载调节。在某些情况下，当直流/直流转换器以开环配置运行时，低压降稳压器 (LDO) 用于对转换器的输出进行后置稳压。这种分立式方法的缺点是，完整的解决方案（变压器和其他组件）在电路板上占用了大量的空间。此外，设计一个稳定且高效的隔离式电源也具有挑战性。

图 2 我们来看一个用于工厂自动化的可编程逻辑控制器 (PLC) 的模拟输入模块，如 中所示。

模拟输入模块将传感器数据从现场传输到 PLC。从现场发送器接收的模拟输入将温度或压力等物理量转换成电信号。到达模拟输入模块的信号可以是 0-5V、0-10V、±10V 或 4-20mA。这些输入信号可以是成组隔离，也可以是通道至通道隔离。

预计 PLC 将在恶劣的工业环境中工作，现场传感器与 PLC 的物理分离会产生接地电位差，因此有必要进行隔离。传感器信号转换为数字域，并通过数字隔离器耦合到控制域。

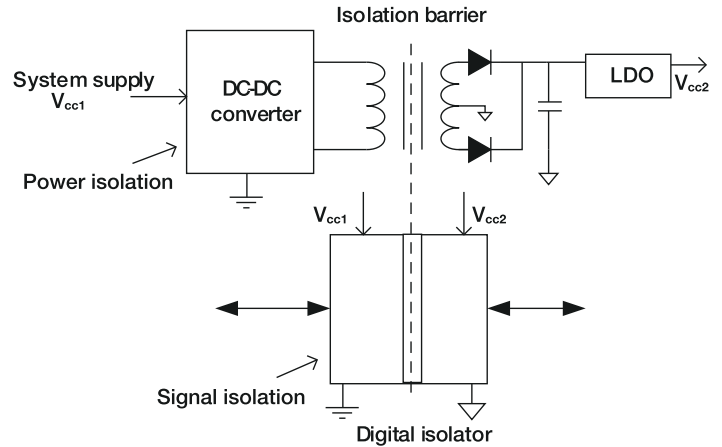


图 1. 信号和电源隔离。

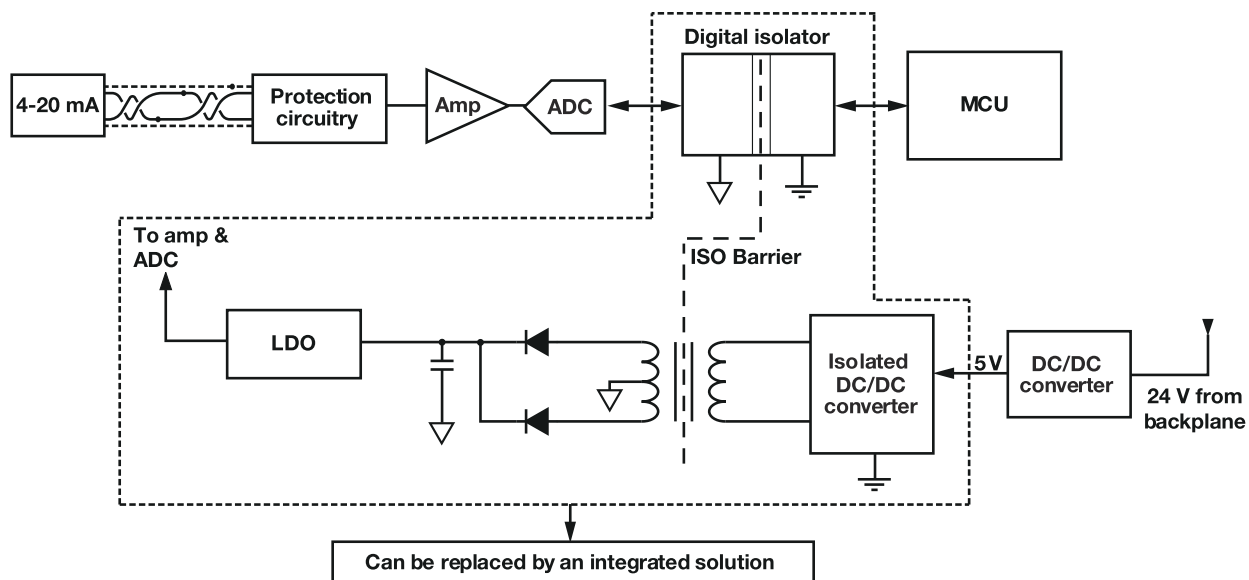


图2. PLC 应用中的模拟输入模块需要信号和电源隔离功能。

图 2 如所示，隔离式直流/直流转换器从背板上获得电力，并为信号调节元件（如放大器和模数转换器 (ADC)）生成隔离式电源。图 2 通过将中虚线框内所示的所有分立式组件集成在一起，在封装内实现信号和电源隔离功能的器件可显著减小解决方案的尺寸。

具有信号隔离功能的完全集成式电源

图 3 所示为一个 n 沟道数字隔离器的概念方框图，其具有一个集成式直流/直流转换器。数据通道通过电容隔离功能进行隔离，而芯片级变压器则用于电源隔离。

集成式信号和电源隔离解决方案的优势

现如今，各种解决方案都将直流/直流转换器与微型变压器以及信号隔离通道集成在一个封装中。此类解决方案解决了系统工程师面临的几个设计难题，包括：

- 减少电路板面积。单芯片解决方案的第一个优势是减少了电路板面积。

功率级、变压器、整流二极管、隔离反馈和数字化数据隔离通道都被集成在同一器件中，因此解决方案的尺寸显著减小。

数字隔离器的封装尺寸取决于隔离等级、爬电距离和间隙，因此可将这些额外的组件装入同一封装中，从而形成一个紧凑的解决方案。

除了减小表面积之外，使用平面变压器还可以使集成式解决方案的 z 维度（高度）比分立式变压器更低 (~3mm)，分立式变压器的厚度会是平面变压器的两到三倍。

图 4 所示为因集成而节省的电路板面积。

- 易于认证。帮助客户简化安全认证流程是集成模式的第二个优势。这些隔离器件进入需要由各种机构认证的系系统。拥有更多的分立式隔离元件会增加客户在系统级别上进行安全相关认证所需的

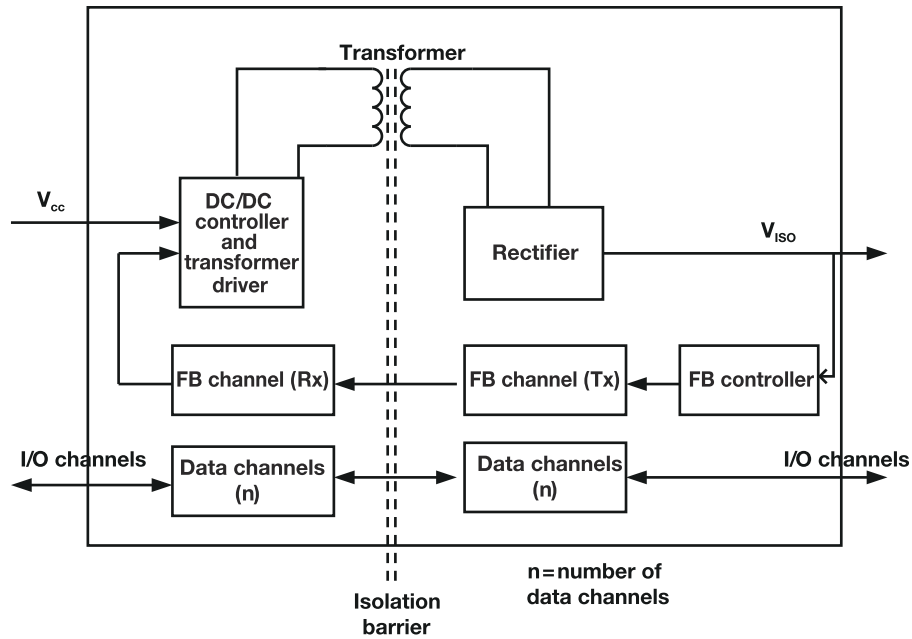


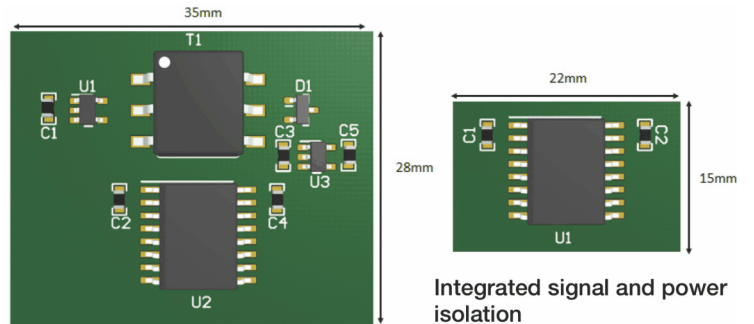
图3. 集成式信号和电源隔离器的方框图。

时间。借助集成式解决方案，根据德国电气电子及信息技术协会（Verband der Elektrotechnik, VDE）0884-11 和美国保险商实验室 (UL) 1577 等组件标准，将信号和电源隔离一起进行认证。这有助于缩短最终产品的认证过程。

使分立式变压器遵守各种终端设备的安全标准（比如国际电工委员会 (IEC) 61800-5-1（电机驱动器）、IEC 61010-1（测试和测量）和 IEC 60601（医疗设备安全））是一项艰巨的任务，因为很少有经过认证的用于增强型电源隔离的变压器，即使有，也很笨重且价格昂贵。

• 简洁而可靠的设计。最后，借助集成式解决方案，您可以在芯片上集成线路/负载调节反馈和所有的电源保护机制

（比如过载和短路保护、热关断和软启动），从而实现更简单的系统设计。带有笨重变压器的电路板在振动测试中表现不佳。因此，集成式解决方案还可以提高板级可靠性。



Digital isolator, transformer driver IC, transformer, LDO and other discrete components

图4. 集成式解决方案与分立式解决方案在布板空间节省方面的对比。

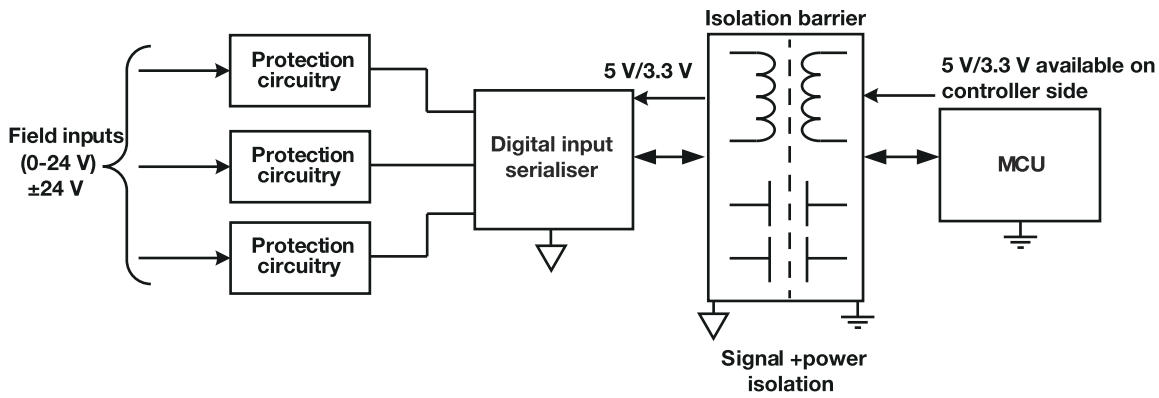


图5. 具有信号和电源隔离功能的 PLC 数字输入模块。

更多应用示例

• PLC。PLC 已成为工厂自动化和工业过程控制环节不可或缺的一部分。PLC 使用数字和模拟输入/输出模块与传感器、传动器和其他工厂设备进行连接。图5所示为 PLC 数字输入模块的一种可行的实施方案。

数字输入包括按钮、接近开关、光电传感器、压力开关等。传统的设计方法是对输入数据进行序列化，并通过数字隔离器耦合到控制域。有了具有信号和电源隔离功能的器件，无需再使用单独的现场侧电源。

图6一旦传感器数据到达 PLC 通信模块，RS-485 通常会将数据传输到中央控制站，如中所示。有了隔离功能，则可与可能连接到不同接地电位的远程 RS-485 节点进行可靠通信。

在这种情况下，背板提供 24V 电压，可降至 5V/3.3V。具有集成信号和电源隔离功能的设备可以隔离控制信号，并为总线侧 RS-485 收发器生成电源。在 PLC 应用中，集成式解决方案的主要优势是减少了电路板面积并简化了系统设计。

• 测试和测量，计量。

图7所示为仪表应用中的隔离式数据采集系统。

在数据采集系统中，通常需要将信号与系统控制器进行电气隔离。必须防止高共模电压到达控制域（存在于测量点处）。隔离功能还可避免现场侧信号和系统控制器之间形成任何接地环路。

当集成信号隔离功能时，隔离式电源为模拟前端加电，并节省电路板空间。对于需要对多个信号进行测量和相互隔离的

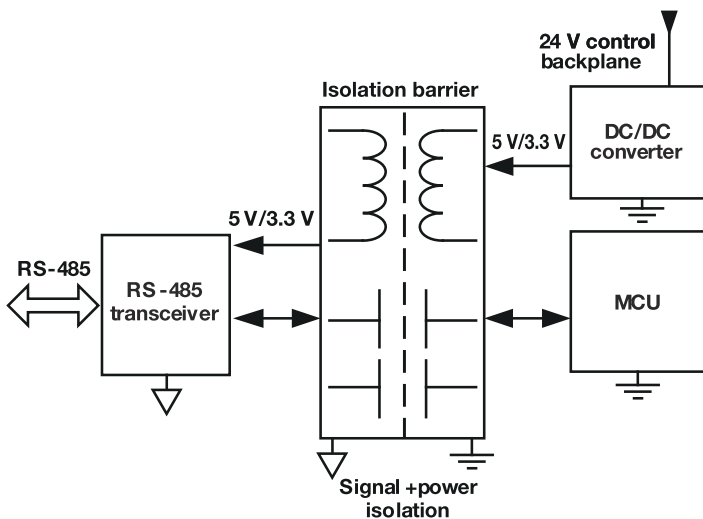


图6. PLC 中具有信号和电源隔离功能的隔离式 RS-485 通信模式。

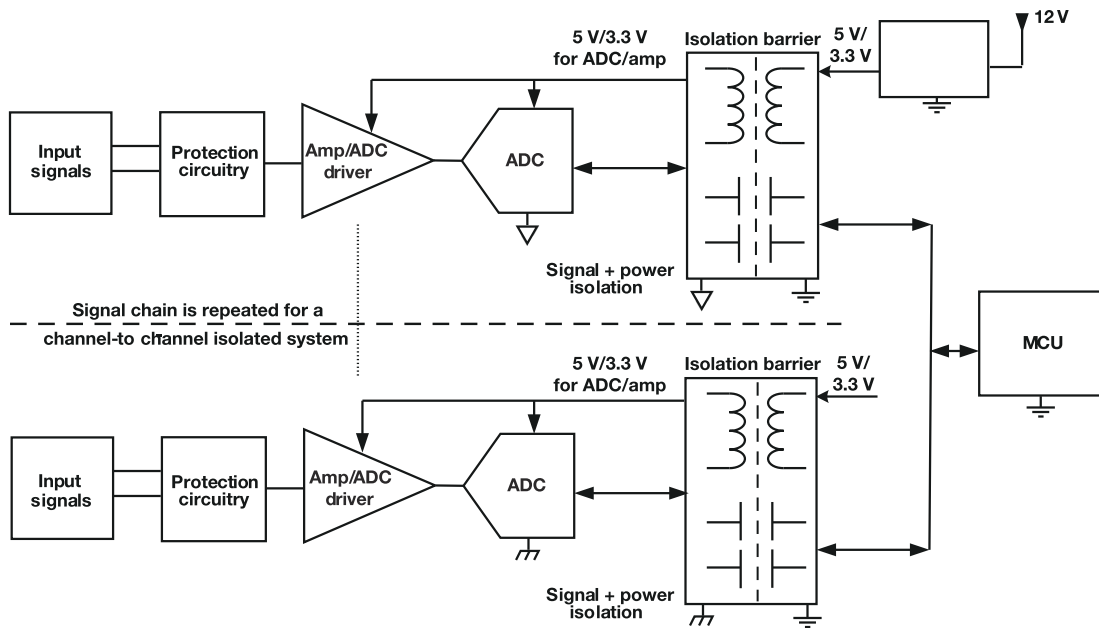


图7. 借助集成隔离信号和电源功能的解决方案，测试和测量中的通道间隔离得到简化。

通道间隔离数据采集，具有集成型信号和电源隔离的设备无需在电路板上为每个通道生成单独的电源。因为不再需要多个板载变压器，这有助于实现数据采集系统的小型化。

测量交流电源线电压和电流的计量应用需要高压增强型隔离。因为不再需要增强型隔离额定变压器，集成式解决方案可使系统成本降低。

• 医疗心电图 (ECG) 前端。

在医疗设备中，隔离功能对于保护患者很重要。图8在ECG检查期间（请参阅），患者身上会连接多根导线。信号链应该足够稳健，能够捕获微弱的信号、对其进行数字化和处理，并通过隔离栅将信号传递给系统控制器。

模拟前端通常由板载隔离式直流/直流转换器供电。集成了信号隔离并为模拟前端提供隔离式电源的器件在医疗应用中非常有用，可以实现较小的占用空间。医疗安全标准对绝缘性能的要求极为苛刻，使得分立式电源变压器的成本高昂。因此，集成式解决方案可以降低系统成本。

集成挑战

集成式微型变压器很难实现高效的电源转换。为了使解决方案尺寸较小，开关频率必须非常高，从而增加功率级的开关损耗。此外，高开关频率会导致辐射发射，从而使采

用集成器件的应用难以满足发射标准，如国际无线电干扰特别委员会 (CISPR) 22 标准。

集成式功率级效率有限的另一个缺点是，在不增加结温的情况下，只能支持有限的

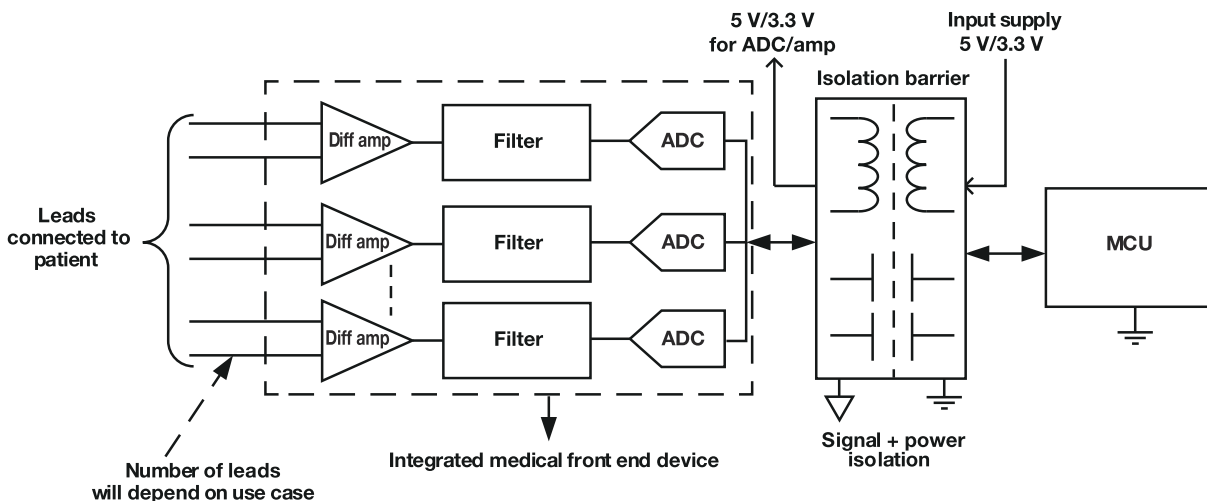


图8. 集成式信号和电源解决方案有助于满足 ECG 应用相关的医疗安全标准。

负载电流。内部温升会产生限制，特别是在环境温度较高的环境中运行时。要成为一种可行的解决方案，集成式解决方案必须实现高效率、高功率输送和低发射，同时具有高隔离性能。

TI 解决方案

德州仪器 (TI) **ISOW7841** 属于增强型四通道高性能数字隔离器系列，该系列集成了高效低发射直流/直流转换器。该系列数字隔离器的运行速度高达 100Mbps，传播延迟小于

16ns。集成式直流/直流开关模式转换器采用先进的电路技术来降低功率损耗并提高效率，在 5V 和 3.3V 输入下分别支持 130mA 和 75mA 的负载电流。集成式闭环反馈可实现出色的线路和负载调节。我们采用了特殊的发射降低技术，可帮助满足发射标准。

图 9 该器件比市场上同类解决方案的效率高出多达 80%，在提供相同负载电流的情况下，可将芯片温度降低多达 40°C（请参阅）。

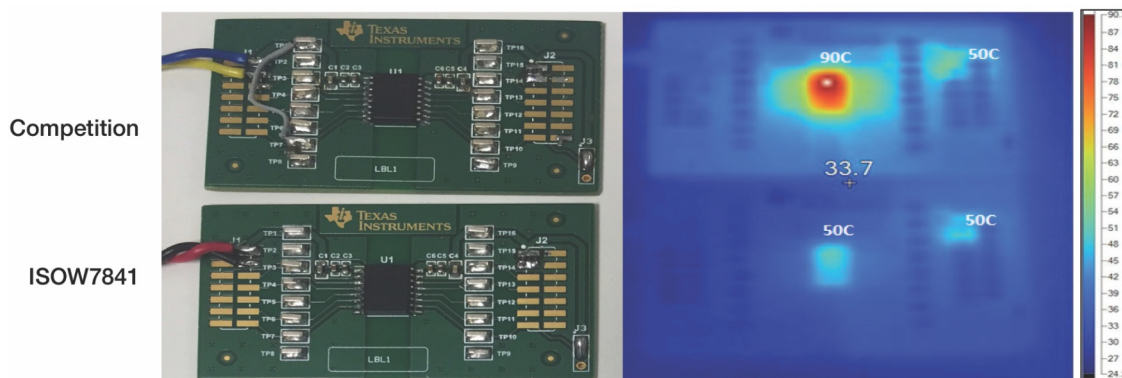


图9. 与竞争对手的解决方案相比，ISOW7841 使温度降低了 40°C，同时可在 5V 下提供 80mA 的电流。

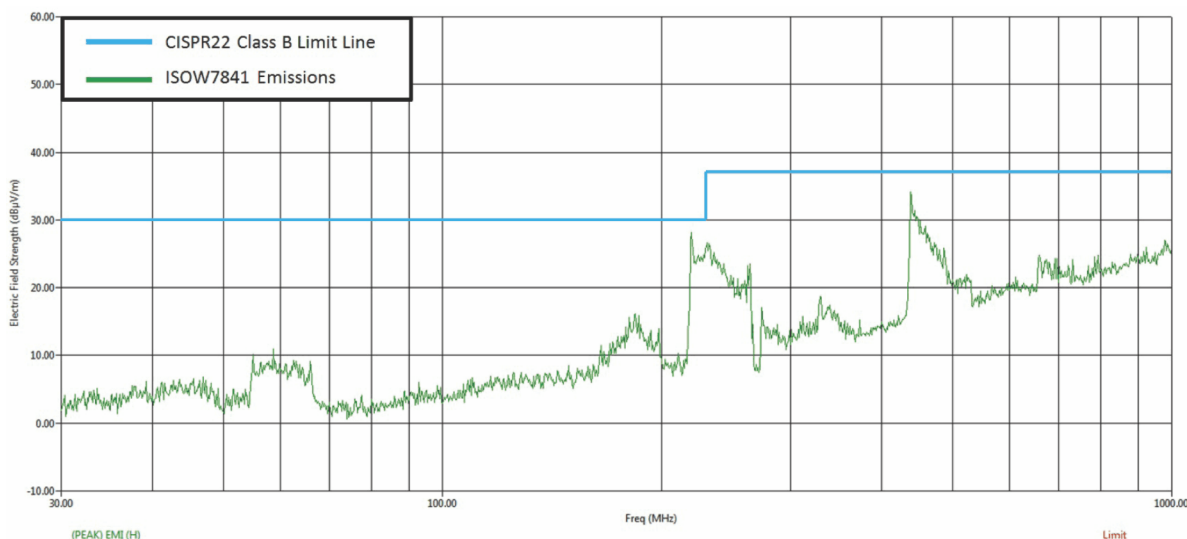


图 10. ISOW7841 在 80mA 的负载下满足 CISPR 22 B 类发射屏蔽要求。

图 10 ISOW7841 无需复杂的电路板设计，即可满足 CISPR 22 B 类发射要求（请参阅），并且与类似的集成式解决方案相比，其发射降低了 10dB 以上。

ISOW7841 采用 16 引脚宽体小外形集成电路 (SOIC) 封装，具有 8mm 爬电距离/间隙。它可承受 60 秒 5kVRMS (UL 1577) 的临时过压、高达 1,000VRMS 的工作电压和 10kVpk 的浪涌电压，符合 VDE 0884-10 标准。此外，与具有相同爬电距离的器件相比，这些器件使用相对漏电起痕指数 (CTI) 大于 600V（材料组 I）的成型材料封装，使其能在系统级的更高工作电压下运行。

ISOW7841 器件提供卓越的电源和电气性能，以及业界出色的隔离性能。

结论

通过减少电路板面积、降低系统成本、简化认证、降低复杂性和增强稳健性，完全集成式电源和信号隔离解决方案可简化各种应用的系统设计。然而，集成模式本身也带来不少挑战。要想切实发挥用处，集成式解决方案必须提供高效率、高功率输送和低发射，同时具有高隔离性能。

参考文献

1. 访问 [ISO7841](#) 和 [ISO7741](#) 产品文件夹。
2. 下载 [ISOW7841](#) 数据表。
3. [阅读隔离相关术语](#)。
4. 访问 [ADS8681](#) SAR ADC、具有 ECG 前端的 [ADS1294](#) ADC 和 [ADS1220](#) Δ - Σ ADC 产品文件夹。

重要声明: 本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。建议客户在订购之前获取有关 TI 产品和服务的最新和完整信息。TI 对应用帮助、客户的应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不负任何责任。有关任何其它公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的认可、保证或授权。

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司