

Koteshwar Rao

Applications Lead, Isolation, Interface Products

具有集成直流/直流转换器的数字隔离器

ISOW7741 数字隔离器将隔离式直流/直流转换器 (包括电源变压器) 集成到单个 SOIC 封装中, 如图 1 所示, 集成的直流/直流转换器为器件的次级 (隔离) 侧生成隔离电源。通过在一个封装中集成隔离式直流/直流转换器与电源变压器, 该器件成为非常紧凑的解决方案。与分立式解决方案相比, 它还显著降低了设计整体电源过程中的复杂性。此类器件广泛用于许多工业应用, 其中包括 PLC、通信模块、工业运输、医疗仪器和能量计。

ISOW7741 中直流/直流转换器的开关频率在 25MHz 左右, 可减小电源变压器的尺寸并能够集成在小型 SOIC 封装中。在此开关频率下, 开关转换器的频谱分量可能会受到某些电磁干扰 (EMI) 标准 (如 CISPR 32) 的监管限制。

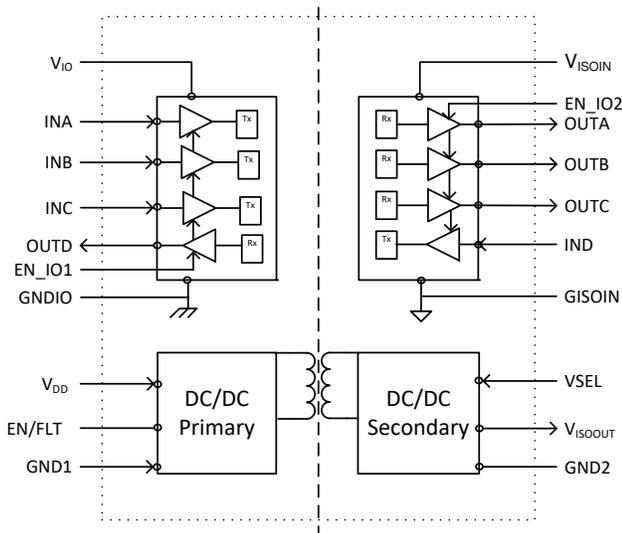


图 1. ISOW7741 内部方框图

CISPR 32 发射标准概述

CISPR 32 是面向多媒体设备 (MME) 的国际无线电干扰标准, 规定了为无线电频谱提供足够保护级别的要求, 以及确保测量再现性和结果重复性的规程。大多数工业终端设备认证机构都规定, 终端设备符合 CISPR 32 标准是其通过相关终端设备标准认证所需满足的要求之一。因此, 产品设计人员在设计产品时考虑这些 EMC 要求至关重要。

该标准定义了与两种终端用户环境相关联的两类设备。

- B 类要求旨在为住宅环境中的广播服务设备提供足够的保护。主要用于住宅环境的设备应符合 B 类限制。
- A 类要求适用于所有非 B 类设备; A 类设备应符合更宽松的 A 类限制。

符合 CISPR 32 的 PCB 布局设计指南

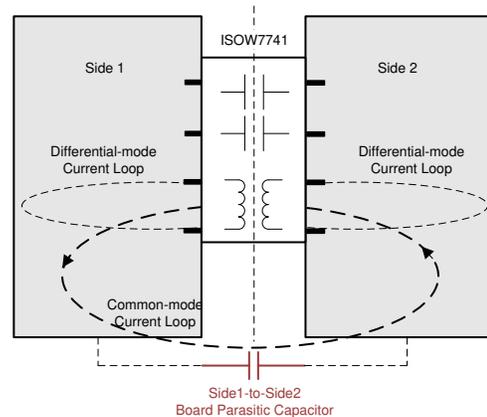


图 2. 在 PCB 上使用 ISOW7741 形成共模和差模电流环路

给定 PCB 上的开关隔离器以共模电流环路或差模电流环路的形式发射电磁辐射, 如图 2 所示。通过细心设计 PCB 和选择正确的元件, 可更大限度地减少此类辐射。部分方法说明如下:

1. 去耦电容器

去耦电容器不仅在过滤差分噪声和尽可能减少电压纹波方面发挥着重要作用, 还为 ISOW7741 中直流/直流转换器的各种功能块提供所需的瞬时峰值电流。只有在经过仔细选择使电容值适合转换器的开关频率时, 这些电容器才有效。ISOW7741 要求

在距离直流/直流转换器电源引脚 (VDD/GND1 和 VISOOUT/GND2) 1mm 范围内放置一个 0.01 μ F 电容器。对于 10MHz 至 100MHz 的频率范围, 宜使用具有超低等效串联电阻 (ESR) 的电容器。ISOW7741 还要求将一个至少 10 μ F 的大容量电容器放置在距 0.01 μ F 电容器 2 - 4mm 远的位置。在 10 μ F 大容量电容器之前使用一个可选的 1 μ F 电容器, 可实现更好的噪声滤除效果。0.01 μ F 电容器和大容量电容器之间保持 2 至 4mm 间距, 有助于在两者之间形成等效串联电感 (ESL), 从而创建一个差分 π 型滤波器。这三个不同容值的电容器可一起滤除大频带上的开关噪声。

ISOW7741 的数字隔离器部分 (VIO/GNDIO 和 VISOIN/GISOIN) 与任何其他数字隔离器一样, 其电源引脚上只需要一个 0.1 μ F 的去耦电容器。任何额外的电容器都会有所帮助, 但并非必须的。所有这些电容器共同发挥作用, 可更大幅度地减少来自开关转换器的差分辐射。

重要提示: 所有这些电容器应与 ISOW7741 器件置于 PCB 的同一层。图 3 所示为放置建议的去耦电容器的 PCB 布局示例。

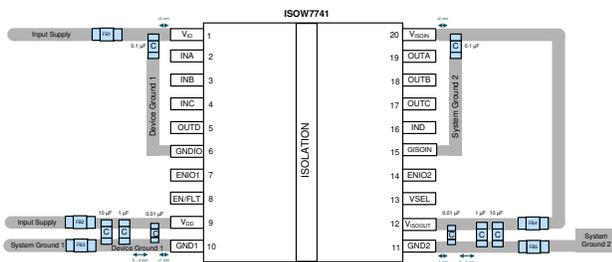


图 3. PCB ISOW7741 布局示例

2. 铁氧体磁珠

ISOW7741 中变压器的初级和次级绕组在封装内彼此非常靠近, 因此会在这些绕组之间形成寄生电容。直流/直流转换器中的快速开关电流通过该寄生电容耦合, 在隔离系统的 1 侧和 2 侧之间产生共模电流。两侧完全隔离, 因此电流通过 PCB 级寄生电容形成一个大回路, 如图 2 所示。这种大电流回路可能会导致隔离系统产生辐射发射。理解发射机制的另一种方法是, 电路板的两个隔离部分形成一个偶极天线发射器。大 PCB 尺寸可能会产生大电流回路, 这种大电流回路可能会导致更高的辐射, 然后在最终的实际使用中会被附近的系统接收到, 在辐射合规性测试期间会被辐射测量天线接收到。

铁氧体磁珠 (FB) 在减少共模电流环路中的辐射发射至关重要。FB 可在 ISOW7741 中的直流/直流转换器和其余部分之间插入, 如图 3 所示, 从而断开较大共模电流环路的路径, 并限制仅形成较短的电流环路。路径中的此类 FB 可对部分频率实现高衰减, 从而阻断了开关噪声。选用上述 FB 可在开关频率及其谐波频率下提供超高阻抗 (> 1k Ω)。

3. 排除区域 (KOZ)

正如铁氧体磁珠部分所述, FB 会衰减并阻止形成较大的共模电流环路。当 FB 将器件与 PCB 其余部分隔开时, 请确保 FB 前后的所有电源平面和接地平面在整个 PCB 中保持分隔, 且分隔空间大于 FB 的长度。这可确保在没有足够隔离的情况下, 不会绕过 FB 并通过平面之间的电容耦合产生另外的共模电流环路。理想情况是完全避免直接在 FB 内部的器件引脚上创建任何电源或接地平面。图 4 突出显示了分隔内侧和外侧平面的排除区域, 它们之间有很大的空间。

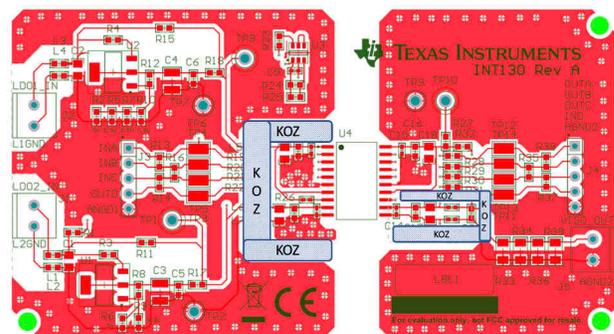


图 4. ISOW7741DFMEVM PCB 布局中突出显示的排除区域 (KOZ)

辐射发射测试指南

电路板上的天线是产生辐射的主要原因。用于为系统供电的长电缆或用于测量任何参数的探头, 会起到天线的作用并产生更高的发射读数。请务必确保发射设置严格模拟其运行的最终系统条件。为此, 确保系统进出电缆尽可能短或符合实际的系统使用条件。在 EMI 测试期

间，也必须确保最终计划用于最终系统的电路板进行直接或电容连接或对保护接地 (PE) 进行金属屏蔽。

如果电源远离 DUT 且使用长导线连接，则建议在 DUT 附近使用共模扼流圈 (CMC)，以免长导线不必要地加剧辐射。在线缆上使用铁氧体磁芯钳位滤波器代替 CMC，可最大限度地减少后者对发射测量的影响。通过使用这些滤波器，能够测量实际设置的发射，并消除长电缆的影响。将电路板上所需的任何额外元件（例如负载电阻器）直接焊接到电路板上，而不是使用长导线将它们连接到电路板上。

避免此类长导线的另一种方法是，如果受试设备 (EUT) 是直流供电的，则使用具有非常短导线的电池为 EUT 供电。图 5 所示为评估模块 ISOW7741DFMEVM 与 9V 供电碱性电池使用很短的导线连接。



图 5. 使用电池的 ISOW7741DFMEVM 发射测试设置

尽管通常使用峰值检测器来快速获得测量结果，但 CISPR 32 标准规定将辐射发射限值作为准峰值限值。器件 ISOW7741 使用时钟抖动在小频率波段内改变开关频率，而不是将所有功率集中在一个频率上。当进行准峰值扫描时，这类方法可带来明显更好的结果。

建议首先使用峰值检波器进行测量，找出测量结果最差的频率，然后在选定的最差频率下进行准峰值测量，估算与 CISPR 32 准峰值限值的真实裕量。

辐射发射测试结果

图 6 列出了 ISOW7741DFMEVM 使用图 5 中所示测试设置的 CISPR 32 测试结果 (VISOOOUT 上的电压配置为 5V 输入、5V 输出、负载为 100mA)，图 7 列出了图 5 中所示同一测试设置的结果 (VISOOOUT 上的输入电压为 3.3V、输出电压为 3.3V、负载为 50mA)。这表明 ISOW7741 辐射发射不会远高于环境噪声级别，结果满足 CISPR 32 B 类限制，即使是进行峰值发射测量也是如此。

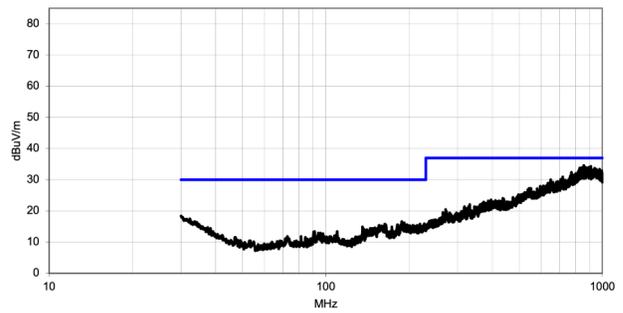


图 6. 5V 输入、5V 输出、100mA 负载下的辐射发射结果

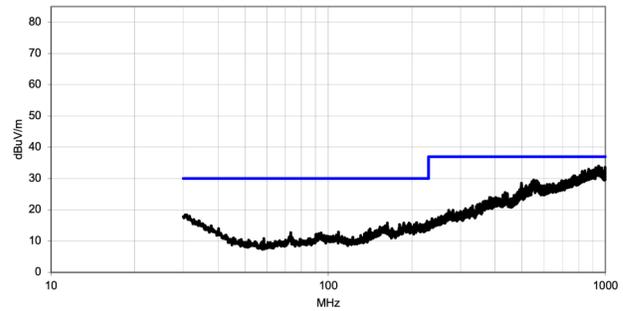


图 7. 3.3V 输入、3.3V 输出、50mA 负载下的辐射发射结果

结论

对于具有集成式直流/直流转换器的数字隔离器（如 **ISOW7741**），为保持较小的变压器尺寸，其转换器的开关频率在 MHz 范围内。这种高频开关会导致集成转换器在 **CISPR 32** 频谱频带中出现辐射发射。较大的 PCB 和长连接电缆也会加剧集成式直流/直流转换器的隔离式电源解决方案的整体辐射。凭借获得专利的对称设计架构和时钟抖动，**ISOW7741** 优化了辐射发射性能。通过遵循推荐去耦电容器和铁氧体磁珠的放置指南并保留建议的排除区域，该器件可进一步改善辐射发射。上述建议可减少较大 PCB 和长电缆对辐射发射结果的影响，并使终端设备符合 **CISPR 32** 标准发射限制。

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

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

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

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