

# Application Brief

## 用于降低传导发射的 TPSI31xx EMI



Jack Hemmersmeier

### TPSI31xx 系列产生的噪声

电磁干扰(EMI)是两个电子系统之间由于电磁辐射或电磁传导而产生的不良影响。EMI 是开关模式电源 (SMPS)的应用引起的主要不利影响、例如 TPSI31xx 系列器件中集成的开关模式电源。TPSI3100 将隔离式偏置电源集成到 IC 中，无需任何外部磁性元件。

TPSI3100 利用电感隔离技术跨隔离栅传输功率，从而为两个外部电路以及内部驱动器和双隔离式比较器供电。TPSI3100 内部的开关转换器在 85Mhz 下工作，并使用 40kHz 突发窗口来调节输出端的电压。此操作有时可能会上拉至 40mA。

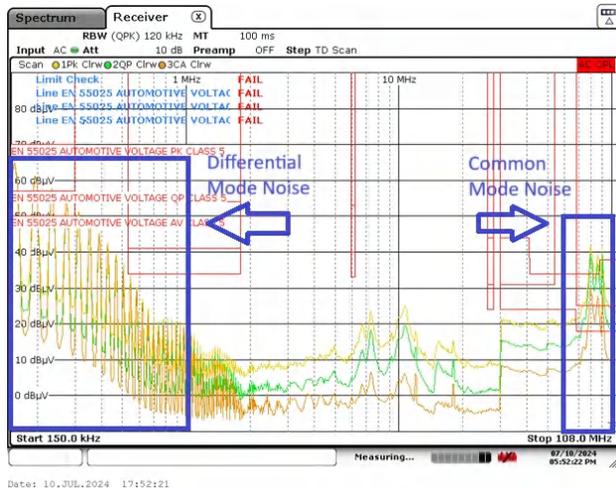


图 1. 无滤波器时的噪声频谱

TPSI3100 会产生两种类型的噪声：低于 2Mhz 的低频差模噪声和 85Mhz 的高频共模噪声。并非所有通过隔离栅传输的电流都通过变压器返回。杂散电流通过受到保护的接地端的电容耦合返回主侧。

### 噪声的类型

差分噪声是轨道上相对于地面的噪声。这种类型的噪声通常是由流经电路的断续电流引起的。差分噪声是一种典型噪声，大多数学校和大学均教授此类噪声。

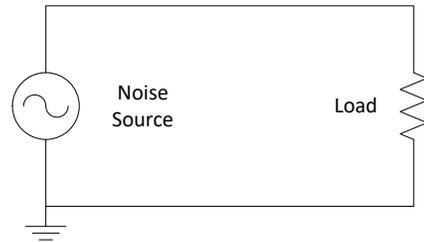


图 2. 差模噪声电路

共模噪声同步发生在电源和接地端。噪声通过受保护的接地端或机箱接地返回到噪声源。具体而言，在 CISPR 25 测试环境中，铜表充当受保护的接地端。对于牵引逆变器之类的器件，外壳可以充当机箱接地。电流通过电容耦合流过受保护的接地端并返回到噪声源

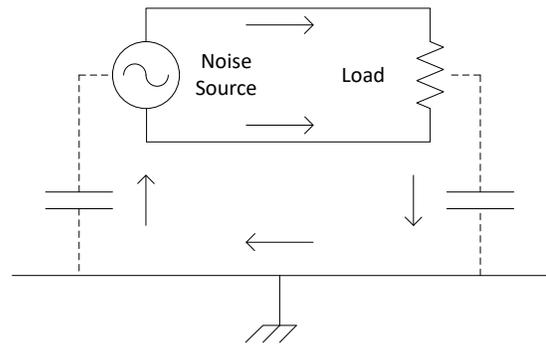


图 3. 共模噪声电路

### 降噪

差模噪声可以通过增加电容器来降低。当 TPSI3100 进入突发模式时，TPSI3100 可上拉至 40mA。如果器件远离电源放置（例如在 CISPR 测试中），则需要足够的阻抗和高容量的输入滤波器。

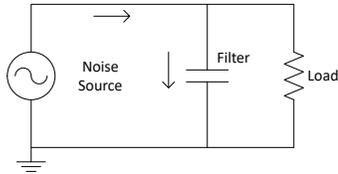


图 4. 差模噪声滤波器

当共模电流返回时，这些电流必须流经电源和接地电路。通过在噪声路径中加入大阻抗，我们可以减少电流，从而降低噪声功率；这可以通过使用一组铁氧体磁珠来实现。使用一组铁氧体磁珠，该配置具有降低高频差模噪声的额外优势。

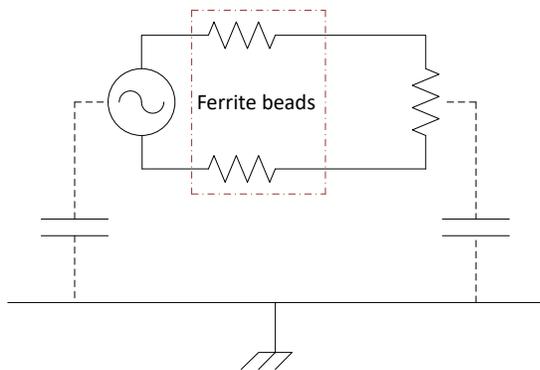


图 5. 共模噪声滤波器

### 硬件设计

之前的原型设计和文档中使用了 1.1uF。虽然这已经满足了 CISPR 32 的要求，但仍无法满足 CISPR 25 5 类传导发射标准，哪怕在最低功率传输条件下也是如此。TPSI3100 使用 2 组 2.5K 阻抗铁氧体磁珠和 3 个陶瓷输入电容器 (10uF、1uF、0.1uF)，能够以最大功率传输满足 CISPR25 5 类传导发射标准。这表明在整个频谱范围内，改进幅度至少为 15dBuV 或更高，如图 6 所示。

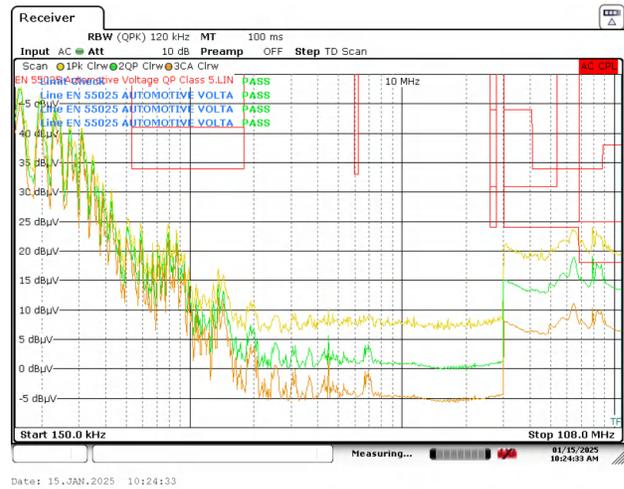


图 6. 使用外部滤波器时的噪声频谱

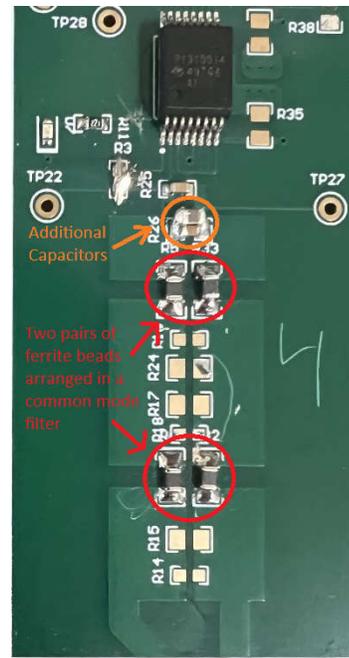


图 7. 已安装 EMI 滤波器

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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  
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司