Technical Article

反激式辅助电源的注意事项

Mujtaba Saeed

功率转换的前景不断变化。更高的电压、可靠性和效率至关重要，这些趋势对辅助电源等设备提出了越来越严格的要求，而辅助电源通常采用反激式形式，负责将来自直流总线或交流电网的电压转换为内部直流电源轨。

本文详细介绍了工业应用的基本功能、辅助电源对这一功能的重要性，以及德州仪器 (TI) 的新型 UCC28750 反激式控制器如何帮助您设计高效的工业辅助电源。

工业应用中的反激式辅助电源

太阳能串式逆变器将光伏电池板产生的直流电压转换为交流电网电源。为此，逆变器系统使用多个功率转换级，第一个是直流/直流级，用于从光伏串式直流输入产生稳定的直流总线电压。然后，逆变器级将这个直流总线电压转换为交流电压以馈入电网。 图 1 展示了简化的太阳能串式逆变器框图。

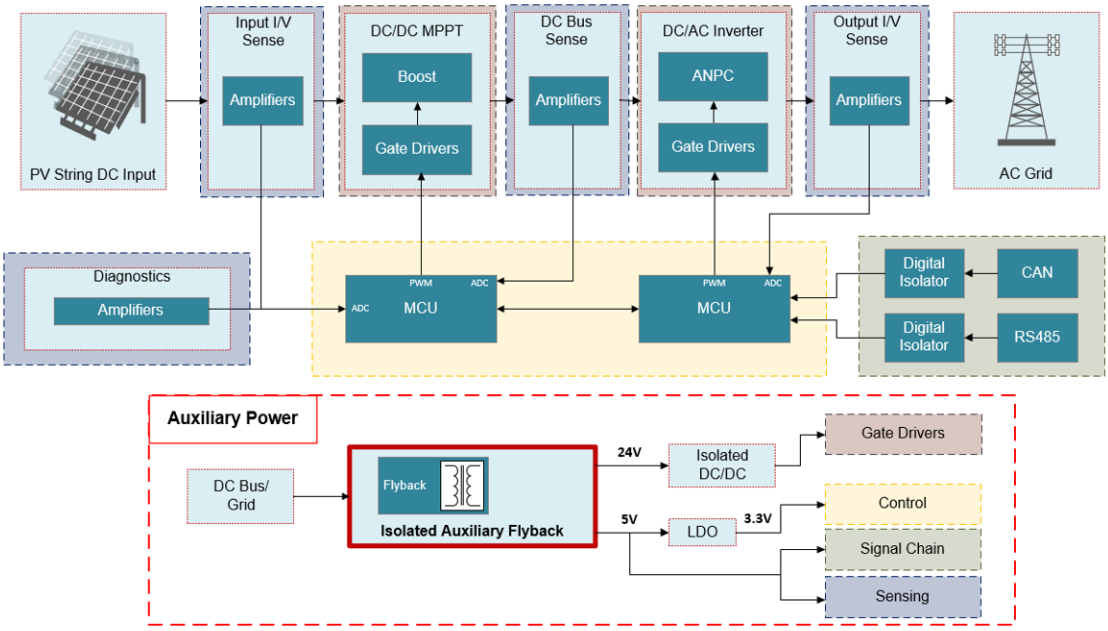

图 1. 具有辅助电源架构的简化太阳能串式逆变器框图

为了进行这种转换，功率级使用了多个器件，这些器件分为几个关键领域。直流/直流功率级和直流/交流功率级都使用栅极驱动器来驱动场效应晶体管 (FET)，从而实现高效运行。传感器件通常以放大器的形式收集传感数据，以便实现适当的控制并确保安全。信号链集成电路与外部接口进行通信。由微控制器组成的控制域从以上所有方面收集信息，以实现高效可靠的功率转换。

由于对如此多不同器件的这种依赖，因此辅助电源对于光伏逆变器的正常运行同样至关重要。辅助电源旨在为控制器件、信号链器件、传感器件和栅极驱动器器件供电，通常采用隔离式反激式控制器形式，负责将来自直流总线或交流电网（或两者）的电压转换为适合确保内部器件正常运行的形式。如果没有该装置，系统电子设备就无法获得电源来保持运行，从而危及整个系统。

English Document: SSZTD17
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

因此，反激式控制器有一些关键要求。它应在整个生命周期内具有较高的可靠性，并且能够在恶劣的条件下运行（例如，光伏逆变器经常暴露在不同海拔的高环境温度下并需要使用很多年）。相应地，反激式控制器应具有扩展的工作温度范围，并能够在控制器或外部电路超过安全工作温度时关断操作。当然，这还包括故障保护，比如短路检测。

另一项考虑因素是反激式控制器能够根据设计要求实现高效的满负载和轻负载运行。当太阳能电池板暴露在阳光下，功率转换达到峰值时，辅助电源应能够有效地为内部电子子系统提供更高的输出功率。相反，在没有阳光的轻负载条件下，辅助电源应能够尽可能地降低待机功耗，以免在空闲状态下消耗过多功率。

最后，辅助电源应能够确保在各种工作条件下持续向内部子系统提供适当的偏置条件。例如，栅极驱动器等器件依赖于正确的偏置电压，以正确驱动 FET 并减小导通损耗。同时，辅助电源应能够为控制器件和传感器件提供稳定的低电压轨。辅助电源可以直接负责在整个系统运行过程中维持这些电压。

实现有效的辅助电源设计

如图 2 所示，TI 的 UCC28750 反激式控制器采用六引脚封装，通过光耦合器反馈进行次级侧调节，从而实现了快速瞬态响应和精确的输出调节，适用于需要低电压纹波的应用。对于光伏逆变器而言，它依赖辅助电源为许多电子子系统供电，而次级侧调节可以帮助确保在不同的工作条件下提供适当的偏置电源。

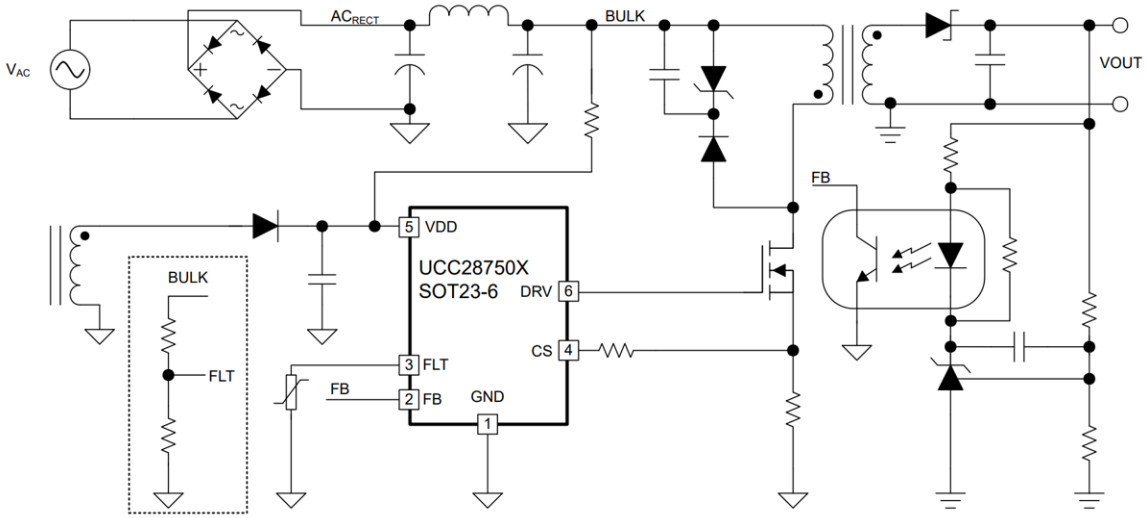

图 2. 反激式设计中的 UCC28750

UCC28750 的一个显著特点是可编程 FLT 引脚。根据器件型号的不同，该引脚只需少量外部元件，即可实现欠压检测或同步输出过压和外部过热保护 (OTP)。

欠压检测功能让该器件能够检测线路电压，并在电压降至自定义阈值以下一段时间后停止开关操作。同时，外部 OTP 等功能使得该器件能够通过负温度系数电阻器检测电路板上的区域或元件是否超过了特定温度。这些功能与过功率、短路和内部热关断保护相结合，可以实现可靠的辅助电源设计，以应对光伏逆变器的严苛工作条件。

UCC28750 还具有适用于可变负载条件的优化控制律。为了在轻负载条件下提高效率并降低待机功耗，该控制器会降低开关频率并进入突发模式，在突发模式下，开关操作周期性开启和关闭。而在较高负载条件下，该控制器会提高初级侧电流限值和开关频率。内部可编程斜率补偿支持连续导通模式（除了不连续导通模式之外）运行，这有助于在较高输出功率条件下降低导通损耗，从而提高效率，例如在太阳能电池板完全暴露在阳光下时。这样的控制律可以使光伏逆变器辅助电源在任何环境条件下都能保持高效运行。

结语

使用合适的反激式控制器可以缓解设计有效辅助电源所面临的挑战。TI 的反激式控制器产品系列可以帮助您实现高性能和可靠性，同时保持设计的简单性和针对光伏逆变器等工业应用的成本优化。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

其他资源

- 下载 UCC28750 数据表
- 查看 TI 的反激式控制器产品系列页面
- 参阅 350V 至 1500V 输入、150W 隔离式辅助电源参考设计

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

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出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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司