

Lars Lotzenburger

Systems Engineering and Marketing - Industrial

数字输出模块中的测试脉冲是指在短时间内将高侧开关 (HSS) 强制切换到相反的电平，以验证输出的功能。如果输出状态变化较小，这对于安全应用正常运行尤其重要。如果开关正常接通 (负载通电)，则应用关断测试 (*off-test*) 脉冲。如果开关正常关断 (负载断电)，则应用接通测试 (*on-test*) 脉冲。所连接的负载不得受此测试的影响。在关断测试 (*off-test*) 中，必须降低 HSS 上的电压才能验证功能是否正常。需要进行反向电流阻断，以防止任何电流从负载返回到 HSS，因此，必须在测试期间使负载保持通电。在接通测试 (*on-test*) 中，HSS 的高输出可缩短负载电容部分的充电时间，从而验证 HSS 的功能是否正常。

实施选项

反向电流阻断可通过不同的方式实现。简单的方法是在输出端添加二极管 (请参阅图 1, CHx)。这种方法的缺点是二极管处于导通状态时的功率耗散，这取决于通道输出电流和二极管压降。

通过使用 NMOS 和智能二极管控制器，例如 LM74700-Q1 (图 1, CHy)，可以实现功率耗散更低的解决方案。LM74700-Q1 可以自主阻断反向电流，但也具有使能引脚。由于可提供 HSS 控制信号 (HSS_ENABLE)，因此可直接控制 LM74700-Q1，从而有效地用作 NMOS 栅极驱动器。

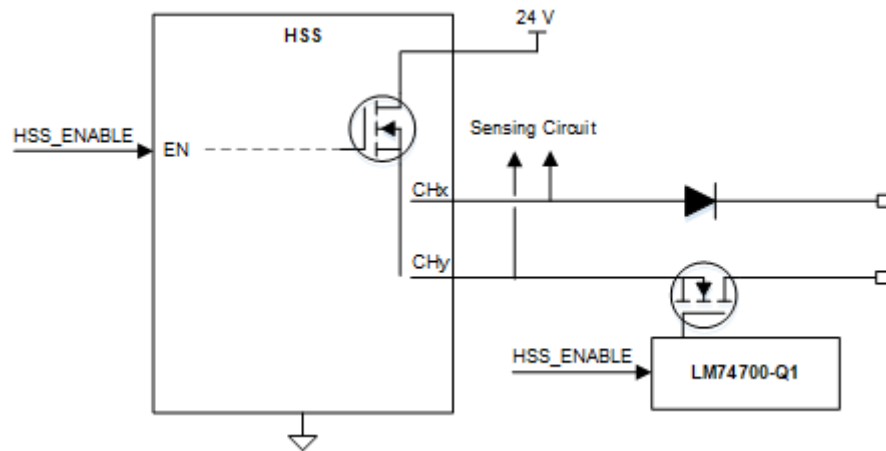


图 1. 实施选项

原理图讨论

图 2 显示了使用 LM74700-Q1 进行反向阻断的示例电路的原理图。用于测试的 HSS 是 TPS272C45。通过将信号 HSS_ENABLE 下拉为低电平来禁用 HSS 输出 (信号 HSS_OUTPUT)，从而启动关断测试 (*off-test*)。该信号也用于关闭 LM74700-Q1。

HSS_OUTPUT 电压节点 (测试点 TP_ANODE) 由比较器 TLV4041R1⁽³⁾ 监控。TLV4041R1 中集成的 1.2V 基准可减少 BOM 和布板空间。电阻分压器将比较器跳闸点设置为 12V，并在输出被禁用时为悬空节点提供接地基准。相对较低的电阻分压器有助于对阳极 (HSS 输出端) 的电容器放电，从而实现较短的测试脉冲。比较器的输出可以直接反馈回控制器，也可以先进行串行化以减少隔离应用中的隔离通道数量 (请参阅[通过数字隔离器将 SPI 转换为 GPIO](#) 应用简报)。

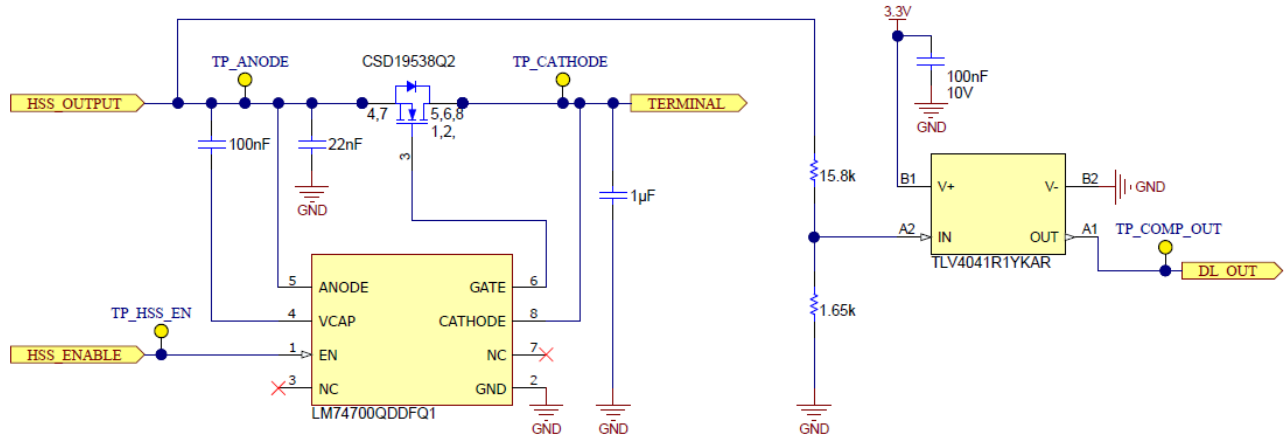


图 2. LM74700-Q1 的实施原理图

测试结果

图 3 显示了 $50\Omega \parallel 100\mu\text{F}$ 负载下关断测试 (off-test) 的相关波形。波形 *EN CH1* 等于 *HSS_ENABLE* 并控制 HSS 和 LM74700-Q1 使能引脚。500 μs 的测试脉冲长度足以将 HSS 输出电压 (波形 *LM74700 ANODE*) 降至 12V 以下, 以使比较器跳闸 (波形 *COMP OUT*)。采用这种输出配置, 负载电压仅下降约 4V。在数字输出模块中, 可以调节脉冲长度以支持多种负载。

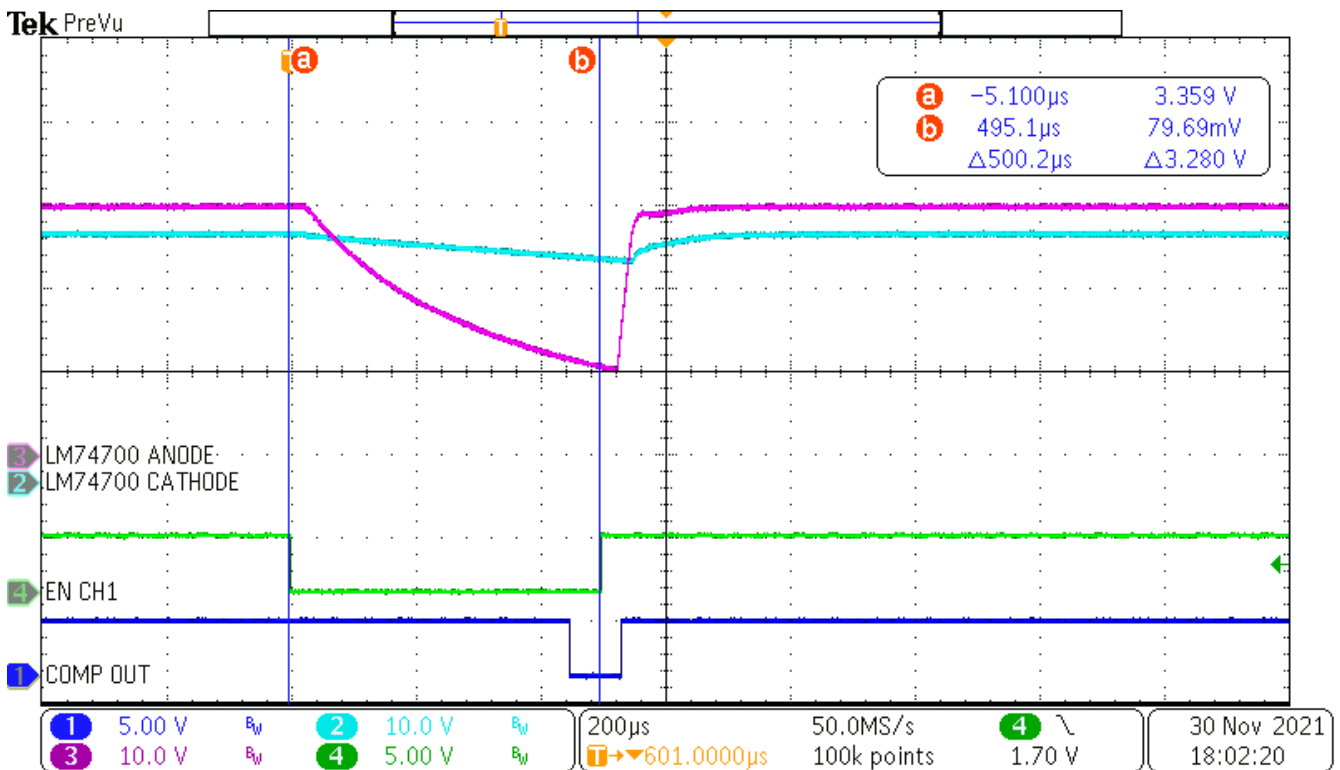


图 3. 关断测试 (off-test) 波形

图 4 显示了 $50\Omega \parallel 100\mu\text{F}$ 负载和 2A HSS 电流限值下接通测试 (on-test) 的相关波形。但是, 实际电流为 4A, 因为 HSS 输出电流在可选时间 (此处为 22ms) 内加倍, 以解决容性负载⁽⁵⁾, 从而有效缩短脉冲时间。对于此 HSS 负载配置, 260 μs 的 HSS 启用时间足以使阈值为 12V 的比较器跳闸。

如果关断测试 (off-test) 和接通测试 (on-test) 约定同样的电压阈值, 则可以使用相同的比较器。请注意相对于关断测试 (off-test) 的脉冲反相。负载不应通过接通测试 (on-test) 脉冲开启。

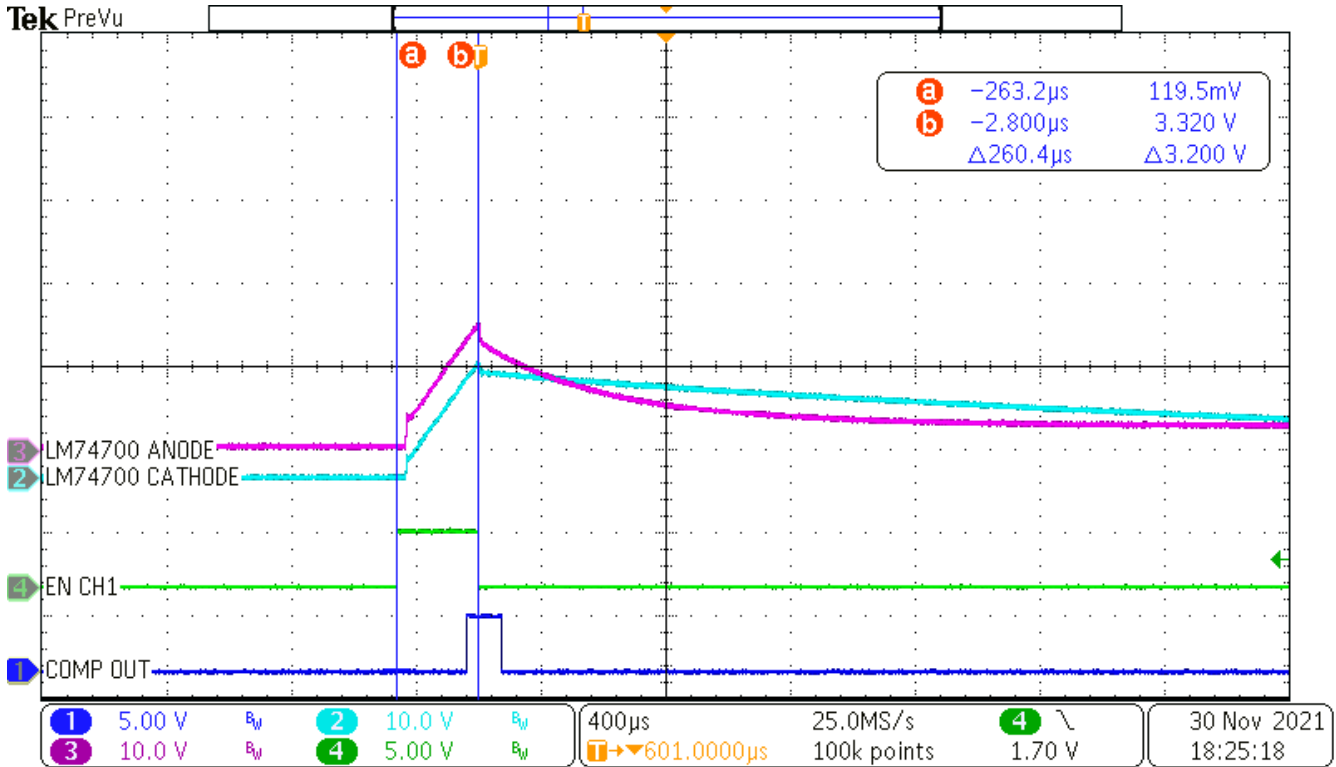


图 4. 接通测试 (on-test) 波形

其他用例

此外, 如果端子上的电压在 HSS 被禁用时超过 HSS 电源电压, 所提供的特性可有效阻断从输出端子进入模块的反向电流。这适用于以下情况:

1. 通用数字 I/O 应用, 可将终端软件编程为数字输入或数字输出。在数字输入配置中, 如果禁用此功能, 来自所连接传感器的电压可能会超过 HSS 电源电压的电压, 从而使电流进入模块
2. 例如, 在接线错误的情况下, 电源意外连接到输出端子。

结论

关断测试 (off-test) 和接通测试 (on-test) 是验证数字输出是否正常运行的有效方法。可通过不同的方法来实现此功能。但是, 此实现方案还支持通用 I/O 模块并防止误接线。

参考文献

1. [LM74700-Q1](#) 产品文件夹
2. [TPS272C45](#) 产品文件夹
3. [TLV4041R1](#) 产品文件夹
4. 德州仪器 (TI), [通过数字隔离器将 SPI 转换为 GPIO](#) 应用简报
5. 德州仪器 (TI), [如何驱动电阻、电感、电容和照明负载](#) 应用报告

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司