

### 摘要

在许多隔离式电源应用中，功率 MOSFET 通常采用某种形式的桥配置，用于优化电源开关和电源变压器，从而提高效率。这些桥配置创建了高侧 (HS) 和低侧 (LS) 两种开关类型。UCC277xx、UCC272xx 和 LM510x 系列等专用 HS 和 LS 栅极驱动器 IC 可在单个 IC 中为 HS 开关管以及 LS 开关管提供输出。

相比之下，某些应用通过使用单输出栅极驱动器（例如 UCC2753x 或隔离式 UCC53xx 系列），而不是将 HS 和 LS 组合为一个半桥驱动器，也能实现巨大优势。单输出驱动器的位置可以更靠近电源开关，带来更大的布局灵活性和更少的寄生效应，从而实现出色的开关性能。

### 内容

1 引言.....	2
2 高侧驱动方法.....	3
2.1 栅极驱动变压器解决方案.....	3
2.2 具有电容式信号隔离的自举辅助电源解决方案.....	4
2.3 具有隔离式高侧栅极驱动器的隔离式辅助电源解决方案.....	5
2.4 采用隔离式高/低侧栅极驱动器的自举辅助电源解决方案.....	6
2.5 栅极驱动变压器解决方案.....	7
3 结论.....	8
4 修订历史记录.....	8

### 插图清单

图 1-1. 具有高侧和低侧初级 MOSFET 的全桥功率级.....	2
图 2-1. 高侧栅极驱动变压器.....	3
图 2-2. 使用基于电容器的信号隔离的高侧自举电路.....	4
图 2-3. 高侧隔离式驱动器和辅助电源.....	5
图 2-4. 采用高侧自举电路的隔离式驱动器.....	6
图 2-5. 使用隔离式辅助电源的隔离式驱动器.....	7

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

HS 开关管请参阅图 1-1 中的 Q1 和 Q2。这些开关具有浮动的源极连接，并且此基准上的电压在开关周期内会发生变化。Q3 和 Q4 被视为 LS 开关管，因为它们的源极基准连接到输入地，并且在开关周期内不会改变电压。当 Q1 和 Q3 同时导通或者 Q2 和 Q4 同时导通时，将为  $V_{out}$  供电。对于节 2 中的电路示例，我们将仅关注使用 Q1 和 Q3 的桥部分。

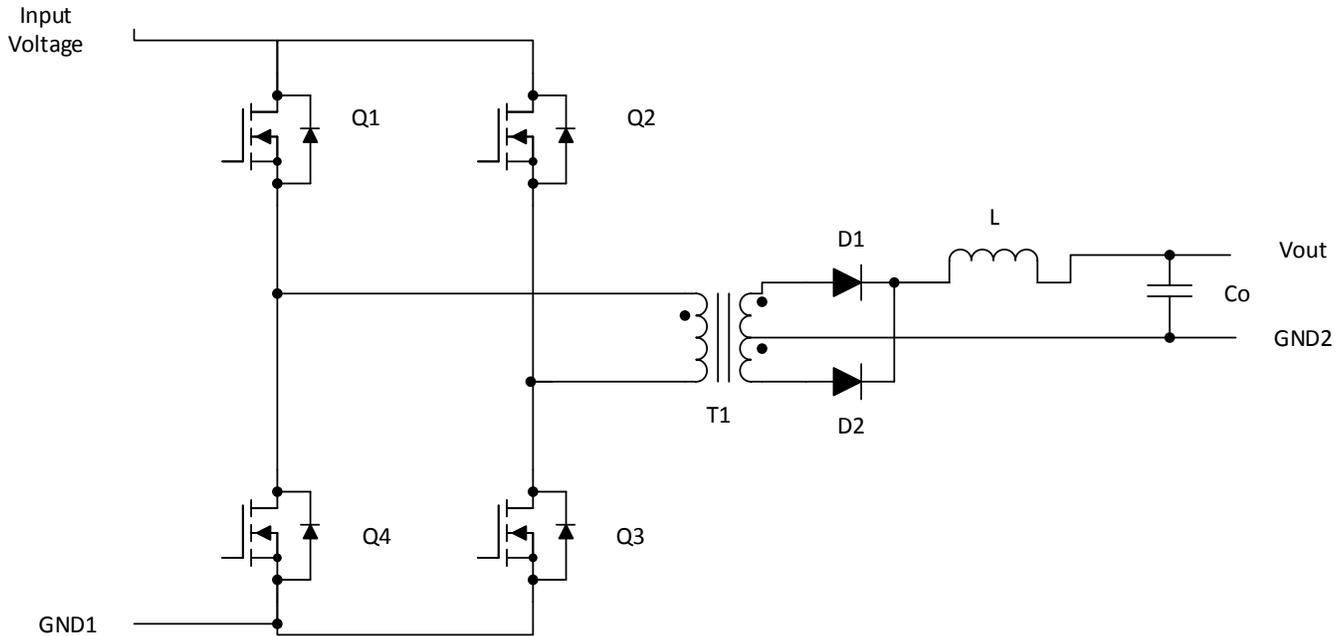


图 1-1. 具有高侧和低侧初级 MOSFET 的全桥功率级

要在高功率应用中正确打开这些开关，通常需要栅极驱动 IC。要正确驱动 LS 开关管，通常非常简单，因为栅极驱动器的输出可以直接连接到开关的栅极，并且驱动器 IC 的 GND 连接到开关的源极。但是，要驱动 HS 开关管，还必须注意以下事项：

1. 对于**栅极驱动器输出信号**本身，需要电平转换器或隔离式信号收发器（例如数字隔离器），以确保栅极保持高于源极的适当电压，从而正确打开 HS 开关管。随着 Q1 的源极（栅极驱动器的 GND）在 Q1 导通期间上升，驱动器需要其基准电压密切跟随 Q1 源极并保持信号电压和基准电压之间的差异。此外，该驱动器的 GND 需要与控制器地隔离，因为 Q1 源极在 0V 和 400V 等较高电压之间移动。
2. HS 栅极驱动器还需要某种**辅助电源**，该电源可以浮动，并在源极升至输入电压时保持适当的导通偏置。否则，当 Q1 源极电压升高时，栅极驱动器将关断。这通常通过以下方式来实现：使用自举电路、隔离式辅助电源，或使用栅极驱动变压器将栅极驱动器与开关节点基准隔离。

## 2 高侧驱动方法

### 2.1 栅极驱动变压器解决方案

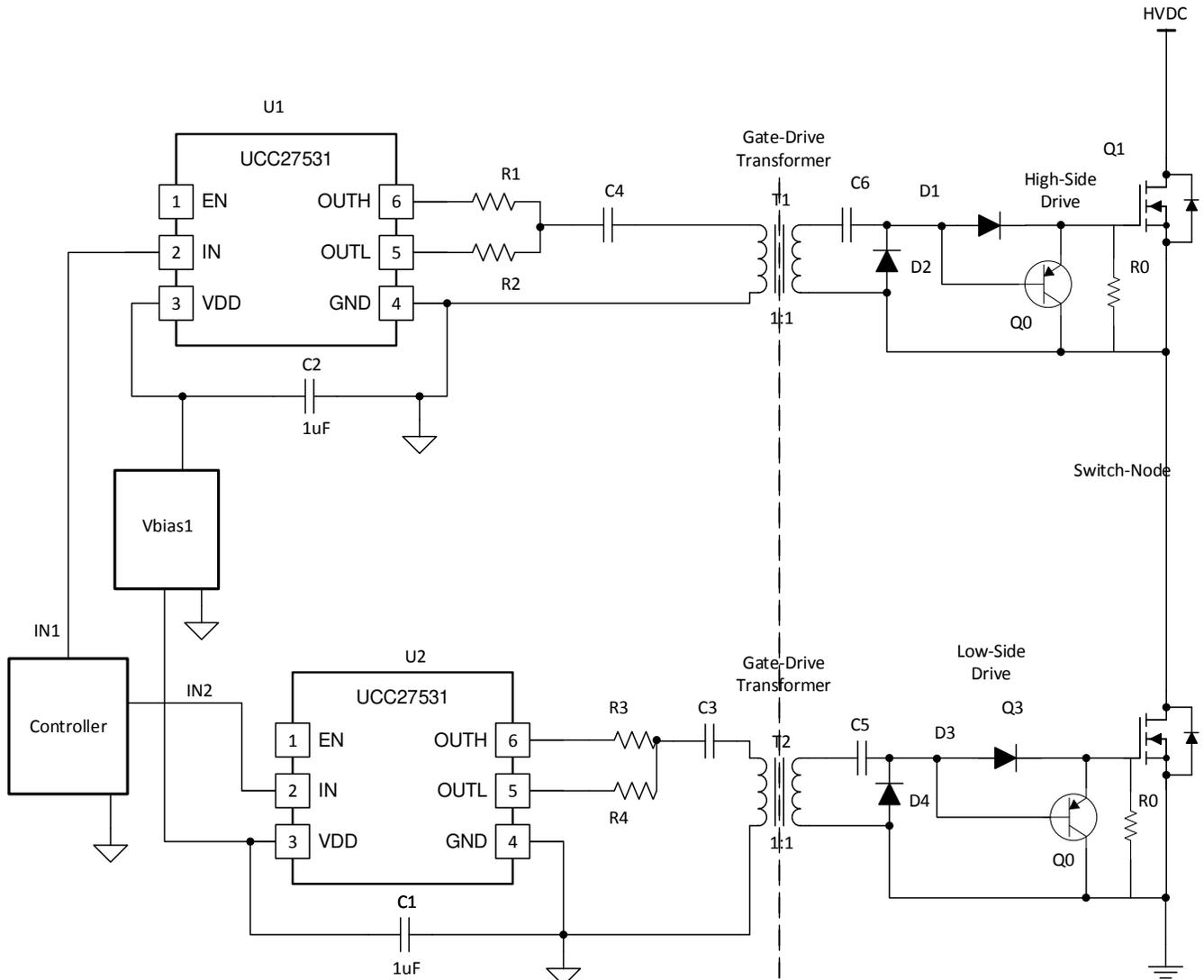


图 2-1. 高侧栅极驱动变压器

#### 信号隔离

在图 2-1 中，U1 的输出信号通过使用 T1 进行隔离。变压器允许到 Q1 的栅极信号具有浮动基准，该基准可以随开关节点电压的变化而变化。添加了 C4 和 C6 等直流阻断电容器以及整流器 D1 和 D2，以添加 C6 的失调电压，从而防止变压器中失衡。Q0 和 R0 用于关闭电源开关。

#### 高侧偏置

在图 2-1 中，不需要隔离式电源或自举电源。在该配置中，栅极驱动器以与控制器和 Vbias1 相同的地为基准。因此，偏置电压可由 Vbias1 直接提供。

## 2.2 具有电容式信号隔离的自举辅助电源解决方案

### 信号隔离

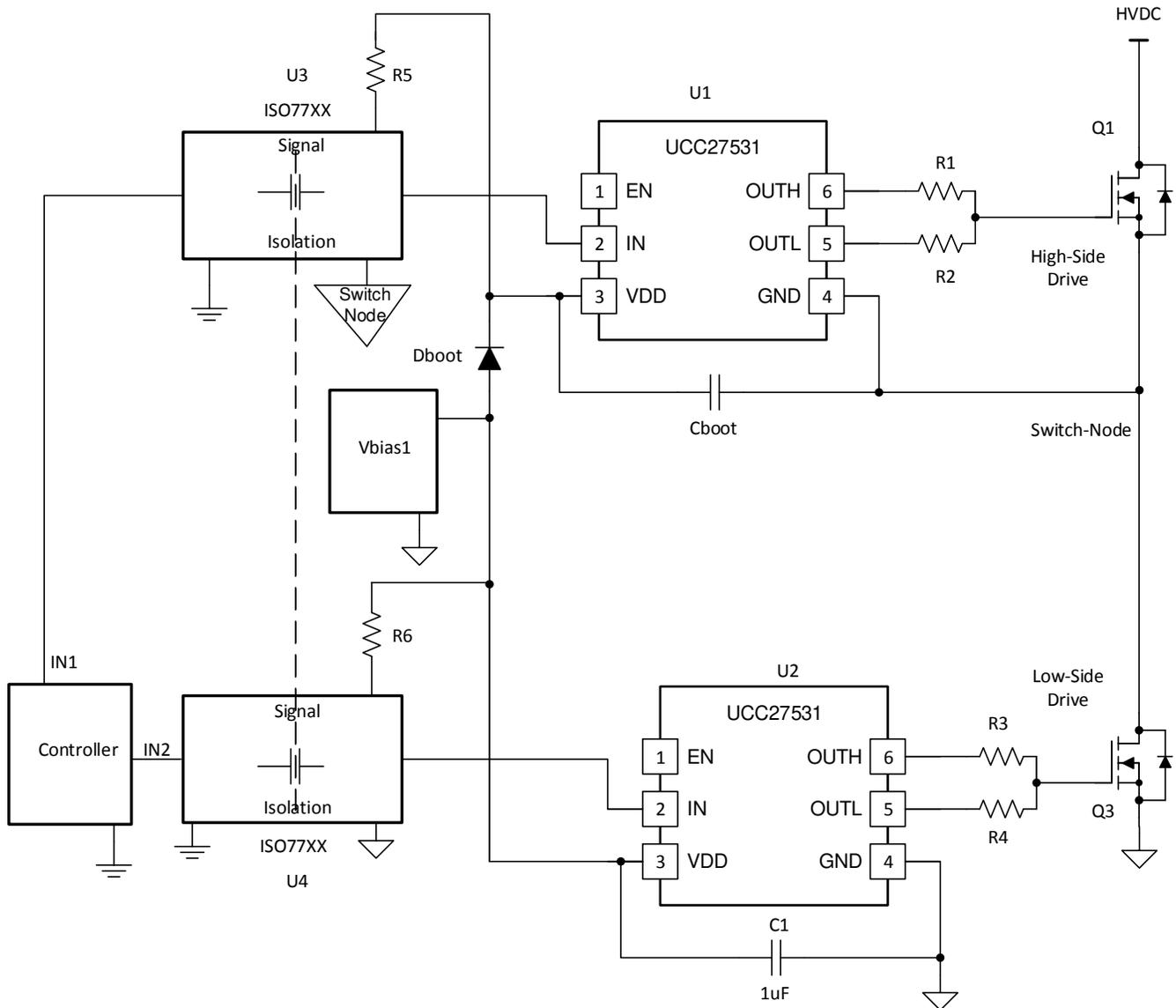


图 2-2. 使用基于电容器的信号隔离的高侧自举电路

在图 2-2 中，U1 的输入使用 U3 进行隔离。U3 是电容式信号隔离器 ISO77xx。即使具有较大的共模接地压摆率，电容式隔离器也可正确地发出信号。与光耦合器相比，它们在使用寿命和温度范围内更稳定，并且没有栅极驱动变压器的占空比限制。

### 高侧偏置

在图 2-2 中，当 Q1 打开时，Dboot 和 Cboot 用作正确偏置 U1 的自举电路。当 Q1 关闭时，Dboot 正向偏置，并且在 Cboot 充电时，U1 直接由 Vbias1 供电。当 Q1 导通时，开关节点电压会增加到 HVDC，Dboot 被反向偏置并保护 Vbias1，并且当 Cboot 将其电荷清空到 U1 的 VDD 引脚时，U1 被供电。Cboot 产生的这种电荷必须足以在 Q1 整个导通期间使 Q1 保持开启。Dboot 和 Cboot 的大小超出了本文的讨论范围。在 UCC27712 数据表中，请参阅 来选择 Cboot，并参阅 来选择 Dboot。

## 2.3 具有隔离式高侧栅极驱动器的隔离式辅助电源解决方案

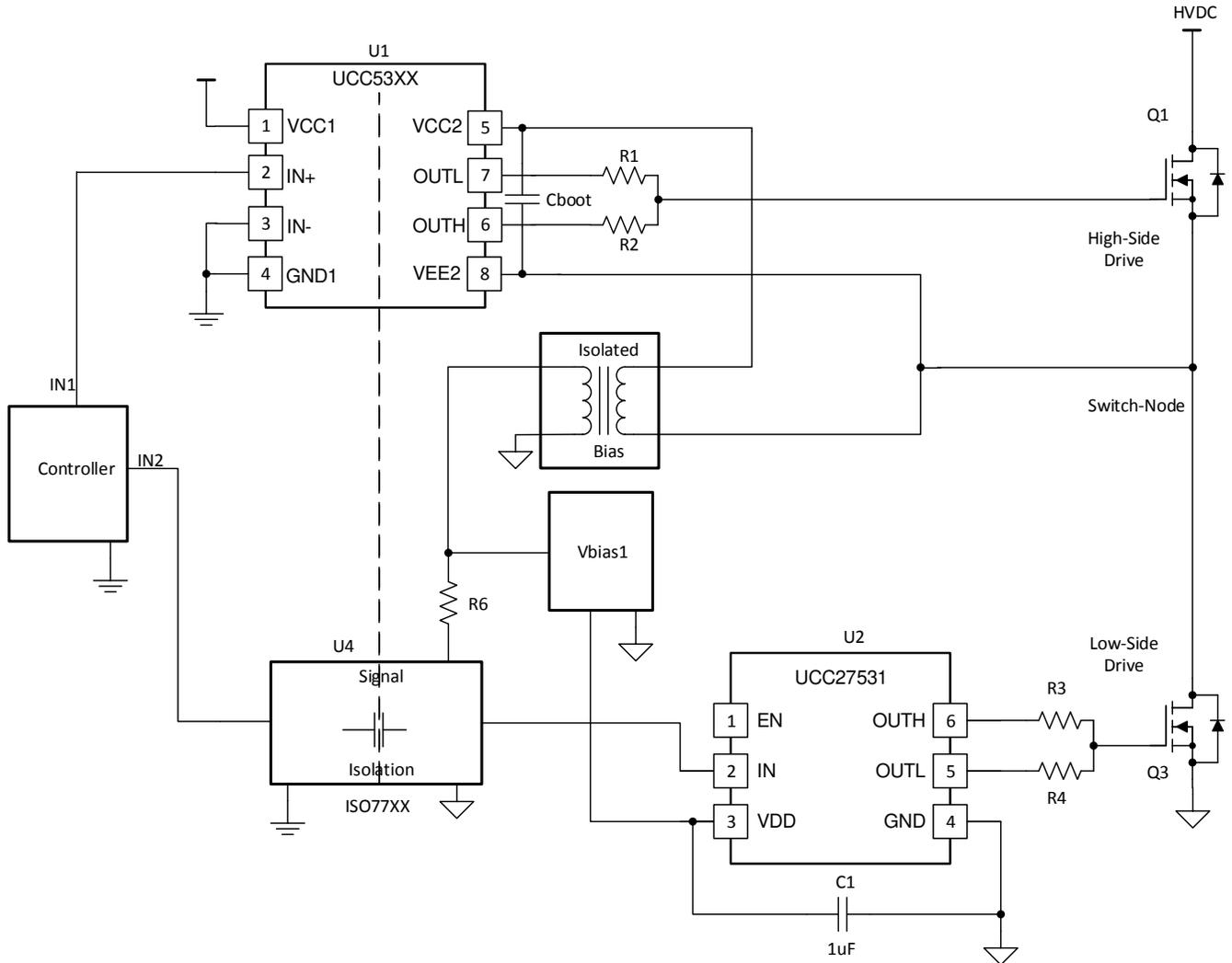


图 2-3. 高侧隔离式驱动器和辅助电源

### 信号隔离

在图 2-3 中，对高侧使用隔离式栅极驱动器隔离输入信号，对低侧使用 ISO77xx。

### 高侧偏置

在图 2-3 中，U1 ( 隔离式栅极驱动器 UCC53xx ) 用作高侧驱动器，并使用电源侧的隔离式辅助电源和信号侧的 VCC 供电。电源 Vbias1 以非隔离式 UCC27531 的 GND 引脚或电源地为基准，也为高侧提供浮动偏置。这与 UCC27531EVM-184 或 UCC5390SCDEVM-010 中的配置类似，其中使用了非稳压隔离式电源 ( 例如 SN650x ) 。

## 2.4 采用隔离式高/低侧栅极驱动器的自举辅助电源解决方案

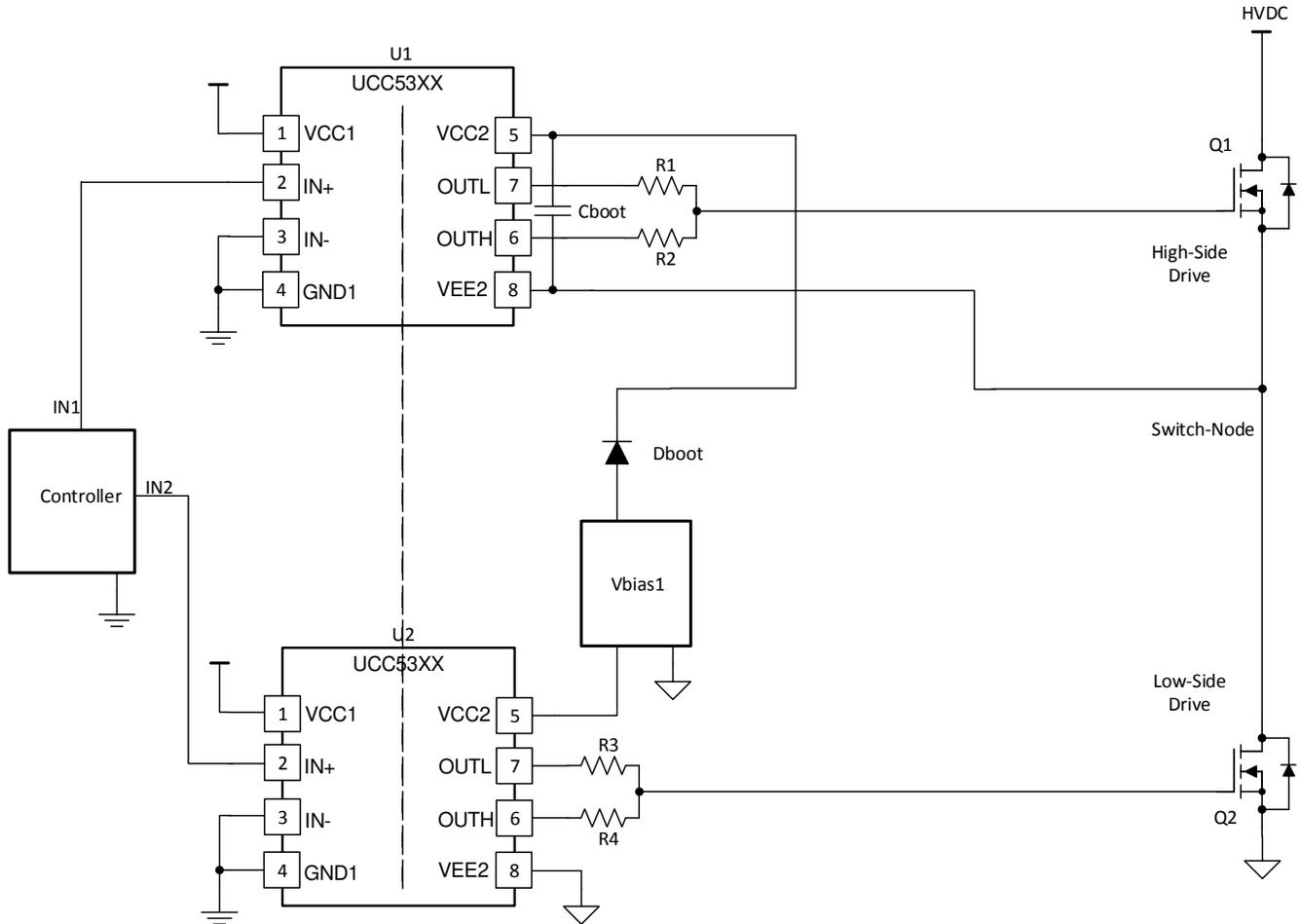


图 2-4. 采用高侧自举电路的隔离式驱动器

### 信号隔离

在图 2-4 中，U1 的输入信号通过隔离式栅极驱动器 UCC53xx 进行隔离。这样，即使信号参考（开关节点）在整个开关周期内改变电压，信号也能正常工作。它还将控制器地与开关节点和电源地隔离。

### 高侧偏置

在图 2-4 中，Dboot 和 Cboot 用作正确偏置 U1 的自举电路。在 UCC27712 数据表中，请参阅 来选择 Cboot，并参阅 来选择 Dboot。

## 2.5 栅极驱动变压器解决方案

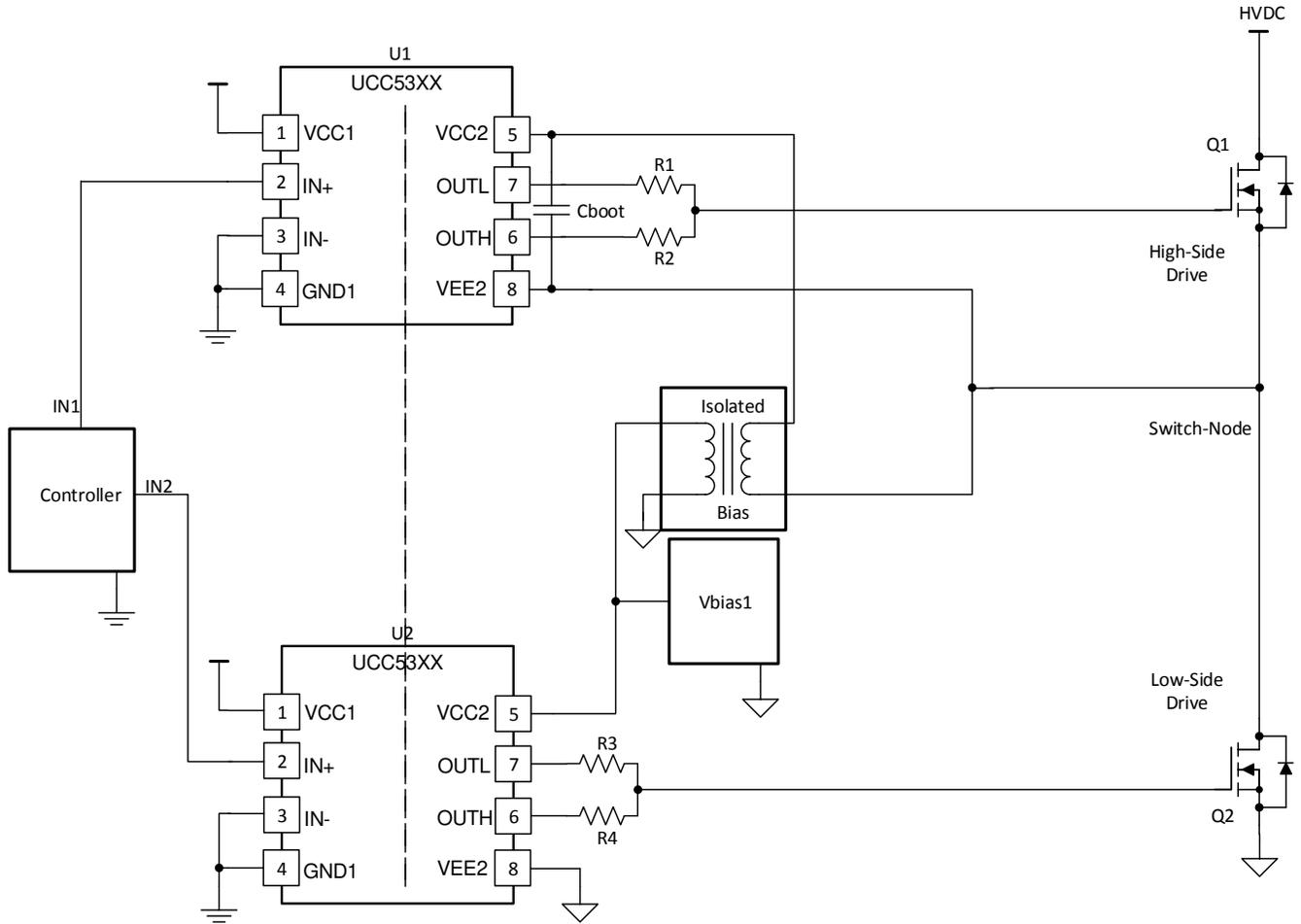


图 2-5. 使用隔离式辅助电源的隔离式驱动器

### 信号隔离

在图 2-5 中，U1 的输入信号通过隔离式栅极驱动器 UCC53xx 进行隔离。隔离式辅助电源（变压器）允许到 Q1 的栅极信号具有浮动基准，该基准可以随开关节点电压的变化而变化。

### 高侧偏置

在图 2-5 中，不需要信号隔离，因为栅极驱动器在内部提供信号隔离。在该配置中，由于隔离式辅助电源，不需要自举电源。Vbias1 以电源地为基准，为高侧提供浮动偏置。

### 3 结论

在信号路径和适当偏置方面，驱动 LS 开关管的栅极相当简单。但是，在桥配置中驱动 HS MOSFET 等源极浮动的开关管会在 HS 栅极驱动器的信号路径和偏置两方面带来一些挑战。本文提供了大量电路示例，展示了使用单输出栅极驱动器实现 HS 栅极驱动的不同方法。

### 4 修订历史记录

<b>Changes from Revision A (June 2018) to Revision B (September 2023)</b>	<b>Page</b>
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	<b>1</b>

<b>Changes from Revision * (March 2013) to Revision A (June 2018)</b>	<b>Page</b>
• 更改了图 2 以包含 PNP 关断方法.....	<b>3</b>
• 在图 4 中添加了高侧隔离式栅极驱动器.....	<b>5</b>
• 在图 5 中添加了高侧和低侧隔离式栅极驱动器.....	<b>6</b>
• 在图 5 中添加了具有隔离式辅助电源的高侧和低侧隔离式栅极驱动器.....	<b>7</b>

## 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