

使用 AMC3330 进行线间隔离式电压测量的分接抽头连接



Data Converters

Samiha Sharif

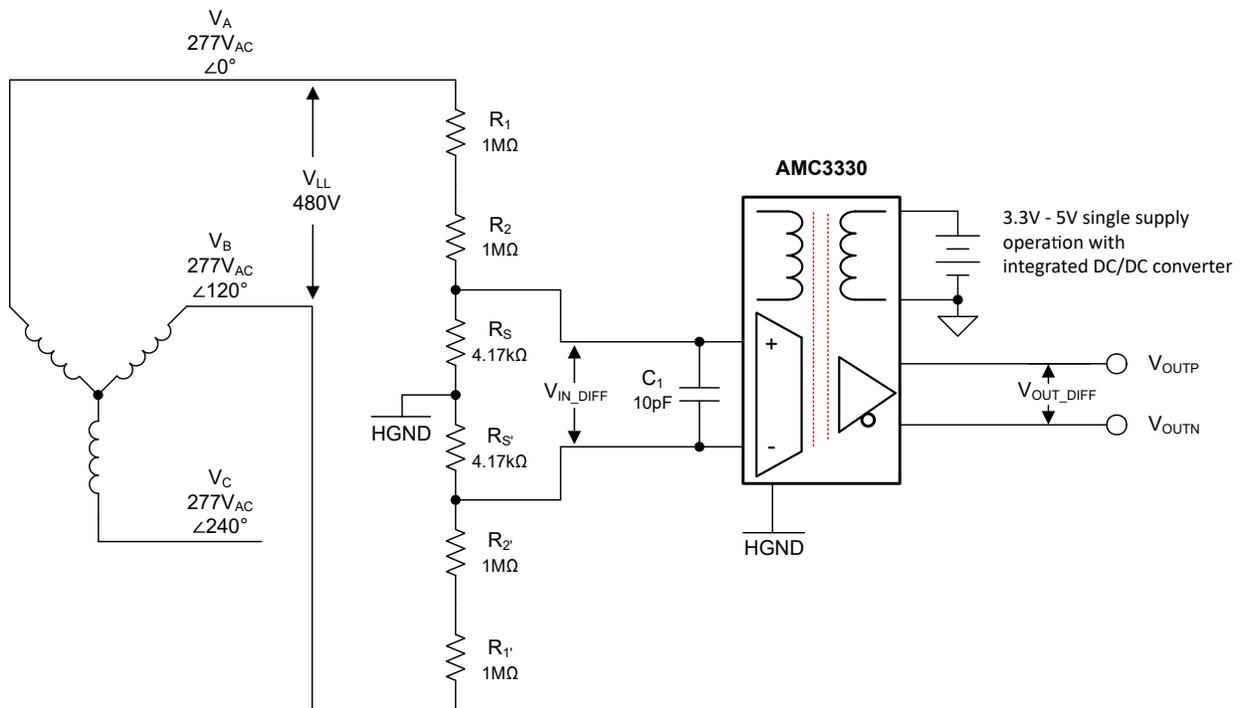
设计目标

电压源			AMC3330 输入电压		AMC3330 输出电压	
V_A	V_B	得到的 V_{LL}	$V_{IN\ DIFF, MIN}$	$V_{IN\ DIFF, MAX}$	$V_{OUT\ DIFF, MIN}$	$V_{OUT\ DIFF, MAX}$
$277V_{AC}$ $\angle 0^\circ$	$277V_{AC}$ $\angle 120^\circ$	$\pm 480V$	-1V	+1V	-2V	+2V

设计说明

该电路利用 AMC3330 隔离放大器和分压器电路执行分接抽头线间隔离式电压检测测量。线间测量是在两个具有 120° 相位差的 $277V_{AC}$ 电源之间进行的。分压器电路将线间电压从 $\pm 480V$ 降至 $\pm 1V$ ，从而与 AMC3330 的输入电压范围相匹配。AMC3330 可以 $2V/V$ 的固定增益测量 $\pm 1V$ 的差动信号。AMC3330 的差动输入阻抗为 $1.2G\Omega$ ，输入偏置电流低至 $2.5nA$ ，支持高电压应用中的低增益误差和低漂移误差信号检测。

通过在平衡的三相交流电压系统上使用分接抽头配置，两次线间电压测量足以通过推导来测量所有三线至中线电压。



设计说明

1. **AMC3330** 非常适合电压检测应用，因为它具有高输入阻抗和低输入偏置电流，这两种情况都可以更大限度地减小直流误差。**AMC3330** 具有集成的隔离式电源和双极输入电压范围，非常适合交流线间电压检测。
2. 验证系统线性运行是否具有所需的输入信号范围。此验证通过使用 [直流传输特性](#) 部分中的仿真来执行。
3. 确保电阻分压器电路中使用的电阻器能够将源极输入电压降至 $\pm 1V$ 的 **AMC3330** 输入电压范围。
4. 确保电阻分压器电路中使用的电阻器具有足够的工作电流和电压额定值。
5. 验证 **AMC3330** 输入电流是否小于数据表的绝对最大额定值表中所述的 $\pm 10mA$ 。

设计步骤

1. 计算两个以 120° 为间隔的 $277V_{AC}$ 之间的总线间电压 (V_{LL})。

$$V_{LL} = \sqrt{3} \times 277 V = 480 V$$

2. 计算分压器电路的线间电压与 **AMC3330** 输入电压的比率。

3.
$$Ratio = \frac{1 V_{AMC3330, input}}{480 V} = 0.0020833$$

4. 为 R_1 、 R_2 、 R_1' 和 R_2' 选择 $1M\Omega$ 电阻。使用上一步骤中的比率和下面的分压器公式，求解将 **AMC3330** 输入电压降低到 $\pm 1V$ 所需的等效检测电阻 R_{sense} 。

$$0.0020833 = \frac{R_{sense}}{R_1 + R_2 + R_1' + R_2' + R_{sense}} = \frac{R_{sense}}{4 M\Omega + R_{sense}}$$

$$R_{sense} = \frac{8333.2 \Omega}{1 - 0.0020833} = 8350.6 \Omega$$

5. 分接抽头配置需要两个等效检测电阻 R_S 和 $R_{S'}$ 。使用 [模拟工程师计算器](#) 来确定 R_S 和 $R_{S'}$ 的最接近标准值。

$$R_S = R_{S'} = \frac{R_{sense}}{2} = \frac{8350.6 \Omega}{2} = 4175.3 \Omega = 4.17 k\Omega$$

6. 计算从电压源流经分压器电路的电流，以确保功率耗散不超过电阻器的额定值。有关更多详细信息，请参阅 [高电压测量注意事项](#)。

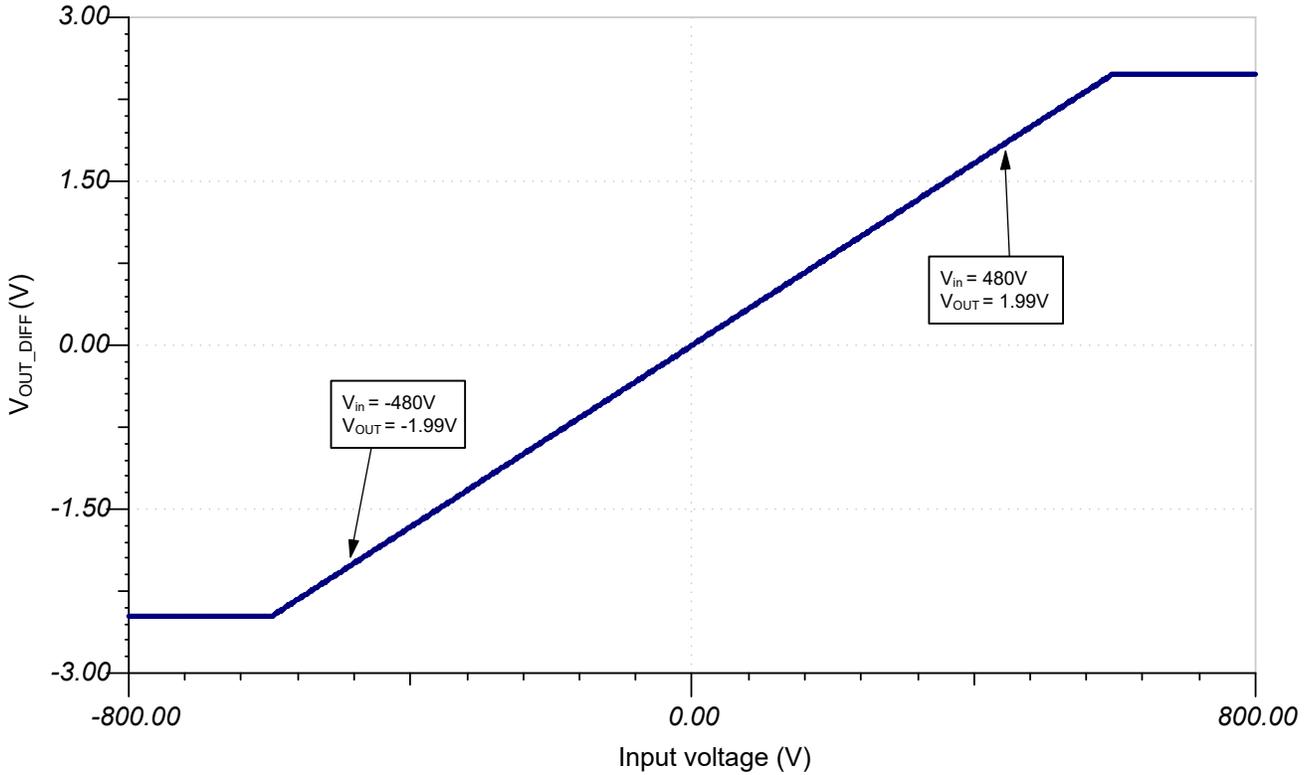
$$I_{AMC3330, input} = \frac{V}{R} = \frac{480 V}{4 \times 1 M\Omega + 2 \times 4.17 k\Omega} = 0.039 mA$$

7. 由于分压器的增益为 $\frac{1}{480}$ **AMC3330** 的增益为 2，在 $480V$ 输入电压下，可以使用传递函数公式计算输出电压， $V_{OUT} = Gain \times V_{IN}$ 。

$$V_{OUT} = \frac{1}{480} \times 2 \times 480 V = 2 V$$

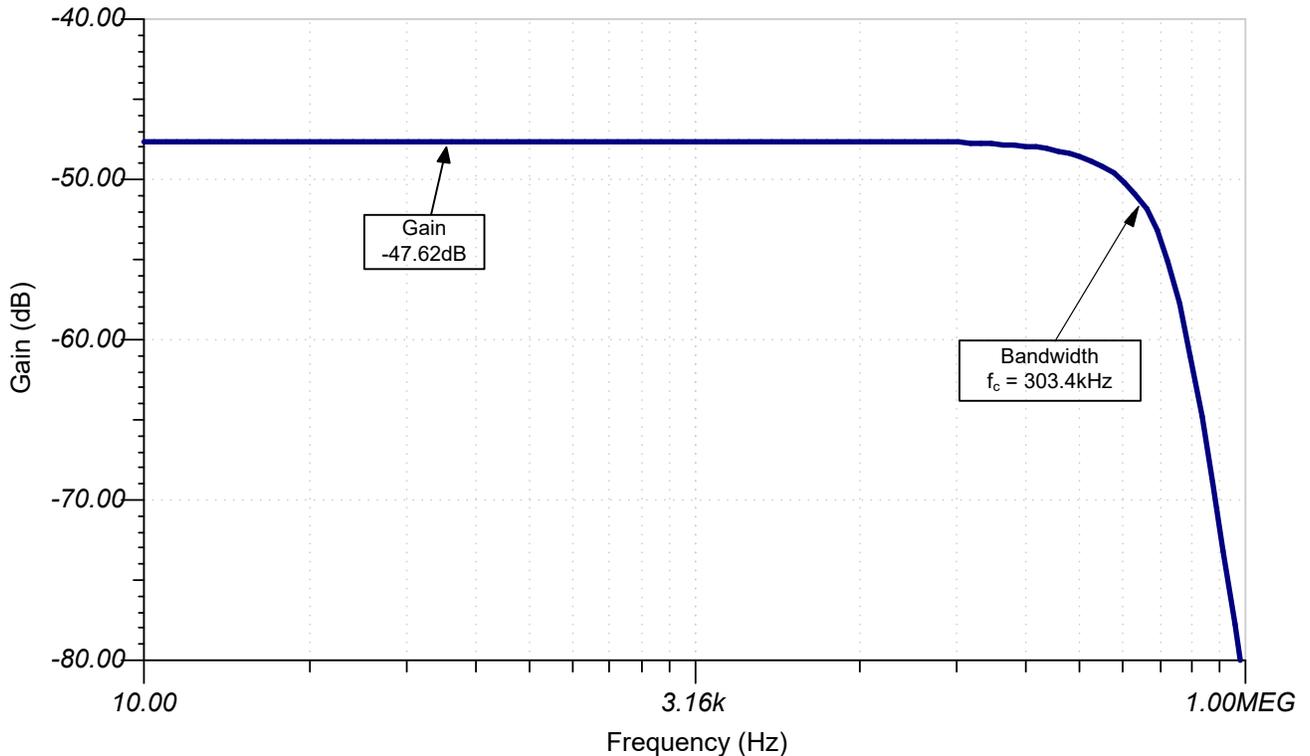
直流传输特性

下图所示为 $\pm 800\text{V}$ 输入下的 AMC3330 仿真差动输出。在 480V 输入电压下，根据上一页的计算结果，输出电压约为 2V 。



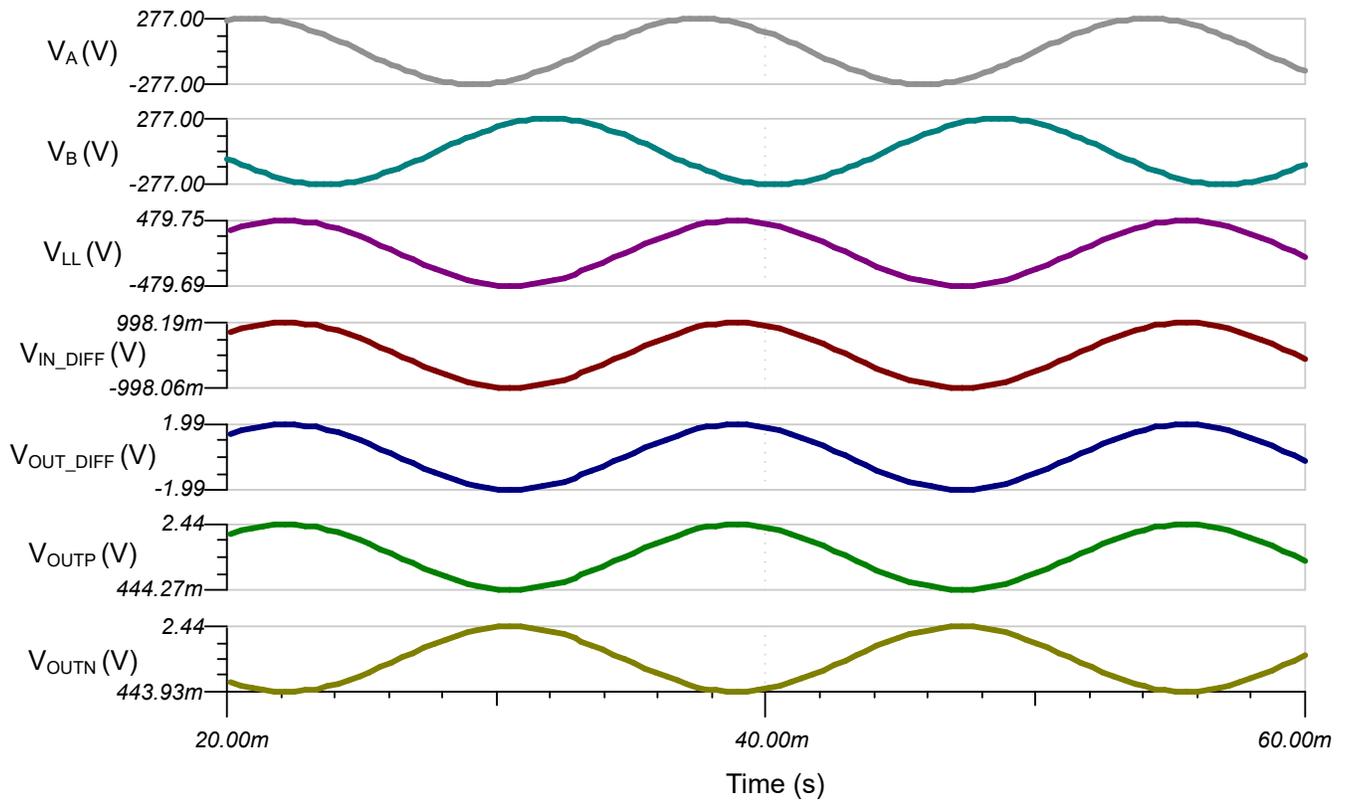
交流传输特性

仿真增益为 -47.6dB ，这与分压器和 AMC3330 的预期增益非常接近。



仿真结果

以下仿真显示了 AMC3330 的输入和输出信号。



设计参考资料

1. 隔离式放大器电压检测 [Excel 计算器](#)
2. [模拟工程师电路设计指导手册](#)
3. [TI 精密实验室 - 运算放大器](#)
4. [TI 精密实验室 - 模数转换器](#)

设计精选隔离运算放大器

AMC3330	
输入电压范围	±1V
标称增益	2
输入电阻	0.8GΩ (典型值)
小信号带宽	375kHz
输入失调电压和漂移	±0.3mV (最大值), ±4μV/°C (最大值)
增益误差和漂移	±0.2% (最大值), ±45ppm/°C (最大值)
非线性度和漂移	0.02% (最大值), ±0.4ppm/°C (典型值)
隔离瞬态过压	6kV _{PEAK}
工作电压	1.2kV _{RMS}
共模瞬态抗扰度, CMTI	85kV/μs (最小值)
AMC3330	

设计备用隔离运算放大器

ISO224B	
VDD1	4.5V - 18V
VDD2	4.5V - 5.5V
输入电压范围	±12V
标称增益	1/3
V _{OUT}	在 VDD2/2 的输出共模下具有 ±4V 的差分输出
输入电阻	1.25mΩ (典型值)
小信号带宽	275kHz
输入失调电压和漂移	±5mV (最大值), ±15μV/°C (最大值)
增益误差和漂移	±0.3% (最大值), ±35ppm/°C (最大值)
非线性度和漂移	0.01% (最大值), ±0.1ppm/°C (典型值)
隔离瞬态过压	7kV _{PEAK}
工作电压	1.5kV _{RMS}
共模瞬态抗扰度, CMTI	55kV/μs (最小值)
ISO224	

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司