

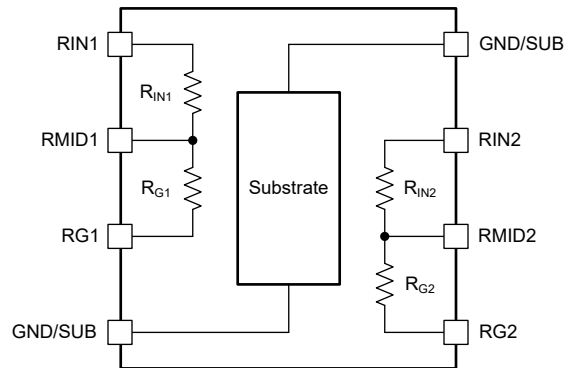
Product Overview

精密电阻器网络简介



匹配的电阻对是什么？

一个电阻对由两个串联的电阻组成，构成一个电阻分压器。在电阻对匹配的情况下，每个电阻对独立工作，由 R_{IN} 和 R_G 组成， $R_{IN1} = R_{IN2}$ 且 $R_{G1} = R_{G2}$ 。在每个分压器的电阻器（在功能方框图中标记为 R_{MID1} 和 R_{MID2} ）之间，可找到一个分接点。此外，两个 GND/SUB 引脚中的一个可用于偏置基板，实现出色的交流性能。



功能方框图

要确定电阻器的值，请考虑相关 RES11Axx 器件的比值。电阻对的分压比是 R_{IN} 除以 R_G ，其中 R_{IN} 对于所有 RES11A-Q1 固定为 $1k\Omega$ ， R_G 是设置分压比的可变增益电阻器。如 RES11A-Q1 比值表所示，每个可订购器件型号 (OPN) 都有不同的比值。例如，RES11A20 的比值为 1:2，因此电阻器具有 $1k\Omega$ R_{IN} 和 $2k\Omega$ R_G 。有关其他规格，请参阅 RES11A-Q1 具有 $1k\Omega$ 输入的汽车类匹配薄膜电阻分压器 数据表。

RES11A-Q1 比值

| OPN | R_{IN} (标称值) | R_G (标称值) | 最大差分分压器电压 (R_{INX} 引脚至 R_{GX} 引脚) ¹ |
|----------|----------------|----------------|--|
| RES11A00 | $1k\Omega$ | $10k\Omega$ | 44.7V |
| RES11A10 | $1k\Omega$ | $1k\Omega$ | 24.4V |
| RES11A15 | $1k\Omega$ | $1.5k\Omega$ | 20.3V |
| RES11A16 | $1k\Omega$ | $1.667k\Omega$ | 19.9V |
| RES11A20 | $1k\Omega$ | $2k\Omega$ | 18.3V |
| RES11A25 | $1k\Omega$ | $2.5k\Omega$ | 28.4V |
| RES11A30 | $1k\Omega$ | $3k\Omega$ | 32.5V |
| RES11A40 | $1k\Omega$ | $4k\Omega$ | 30.5V |
| RES11A50 | $1k\Omega$ | $5k\Omega$ | 29.9V |
| RES11A90 | $1k\Omega$ | $9k\Omega$ | 40.7V |

¹ 每个分压器的最大持续差分电压额定值由多个因素决定，包括最大结温以及与给定电压和分压器阻抗相关的自发热。有关更多详细信息，请参阅 RES11A-Q1 具有 $1k\Omega$ 输入的汽车类匹配薄膜电阻分压器 数据表的规格部分。

比值容差与初始容差

RES11A-Q1 具有 $\pm 0.05\%$ 的最大比值容差 (t_{D1} 和 t_{D2})，这意味着在室温 25°C 下， $R_{IN1}:R_{G1}$ 和 $R_{IN2}:R_{G2}$ 的比值与额定比值最多相差 0.05% 。 14% 的初始容差 (t_{abs}) 是指各个电阻器与标称或印刷电阻的器件间差异。器件内的四个电阻器的阻值非常接近，典型的绝对误差范围为 235ppm 。这意味着 RES11A-Q1 (具有 $1\text{k}\Omega$ 的标称 R_{IN1}) 的 R_{IN1} 值可高达 1140Ω ；但是，由于最大比值容差规格，这意味着所有其他电阻器 (R_{IN2} 、 R_{G1} 、 R_{G2}) 的值大约比这些电阻器的标称值高 14% 。

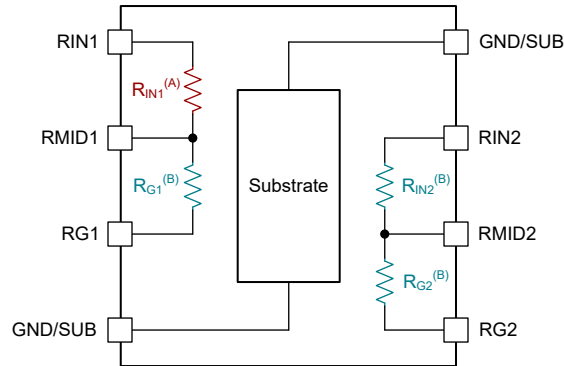


图 2. 电阻比匹配

使用注意事项

- 仅将两个 GND 引脚中的一个连接到低阻抗接地或偏置点。将另一个引脚悬空，避免通过器件基板形成电流返回路径。如需了解更多信息，请参阅 [RES11A-Q1](#) 数据表。
- RES11A-Q1 符合 AEC-Q200 1 级标准，工作温度范围为 -40°C 至 125°C ，非常适合工业和汽车应用。AEC-Q200 是一项有关应力和温度耐受性的全球标准，所有无源电子元件必须满足这项标准，才能用于汽车行业。将 RES11A-Q1 与 AEC-Q100 有源元件 (放大器、比较器、ADC、DAC 等) 一起使用，实现完全符合汽车标准的设计。
- 虽然标记为 R_{INX} 和 R_{GX} ，但对电流方向没有要求。RES11A 可旋转 180° ，用于实现衰减增益配置。当 R_{GX} 用作输入， R_{INX} 用作输出时，分压器分压比反转。例如，当 R_{GX} 用作输入时，标称电阻比为 $1:2$ 的 RES11A-Q1 的比值为 $1:0.5$ 。

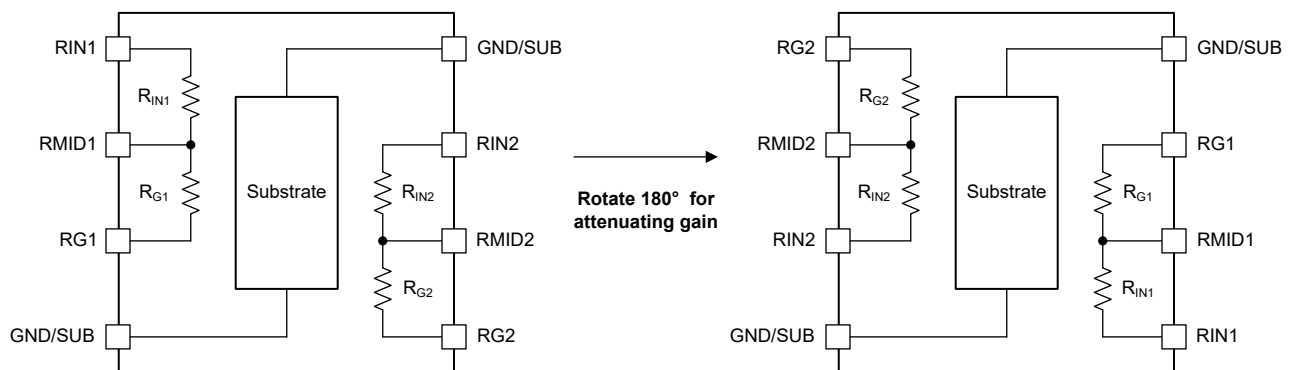


图 3. 衰减增益配置

匹配电阻对于在分立式放大器实现中尽可能增加 CMRR 的重要性

考虑使用图 3 所示的标准差分放大器。当简化为 $R_1 = R_2$ 且 $R_3 = R_4$ 时，CMRR 可以表示为 $CMRR(dB) = 20 \times \log[(1 + R_3 / R_1) / (4T / 100)]$ ，其中 T 是电阻容差百分比。这意味着在采用单位增益配置 ($R_1 = R_3$) 和失配 0.1% 容差电阻的情况下，CMRR 预计仅为 54dB。如果两个分压器分压比都匹配到 0.05% 的比值容差，则此公式中 T 的值为 0.025%，从而使 CMRR 提高了 66dB。请参阅 RES11A-Q1 数据表中的应用信息部分，详细了解该数字是如何计算的。运算放大器具有无限 CMRR，这是与放大器输出端共模信号大小相关的规格。最终，CMRR 是影响输出信号噪声的一个因素。通过有关此主题的共模抑制比 TI 高精度实验室视频，了解有关 CMRR 的更多信息。

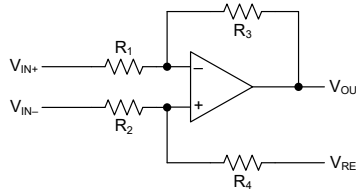


图 4. 标准差分放大器

差分放大器和仪表放大器的分立式实现

差分放大器

在差分放大器配置中利用运算放大器（例如 OPA392）和单个 RES11A-Q1，可产生包含差分输入和单端输出的差分放大器拓扑。可通过方程式 1 中的公式计算放大器的增益。

$$G = R_G / R_{IN} \tag{1}$$

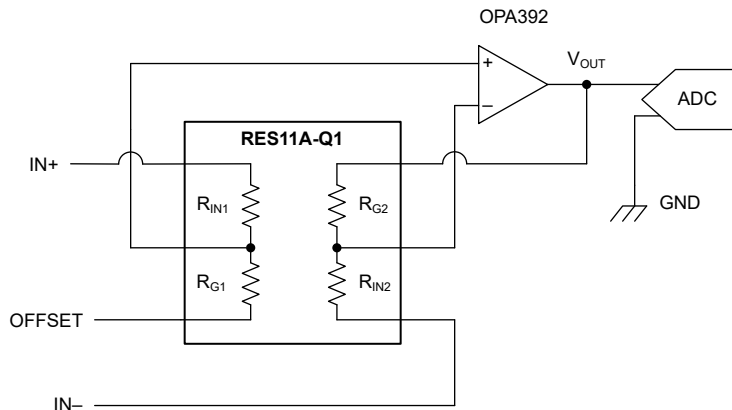


图 5. 差分放大器配置

仪表放大器

在 [仪表放大器配置](#) 中使用两个运算放大器 (例如 OPA392) 和单个 RES11A-Q1, 可产生具有两个高阻抗输入和差分输出的仪表放大器拓扑。在某些情况下, 需要用于输入偏置电流的弱路径²。可使用 [方程式 2](#) 计算放大器的增益。

$$G = 1 + R_G / R_{IN} \quad (2)$$

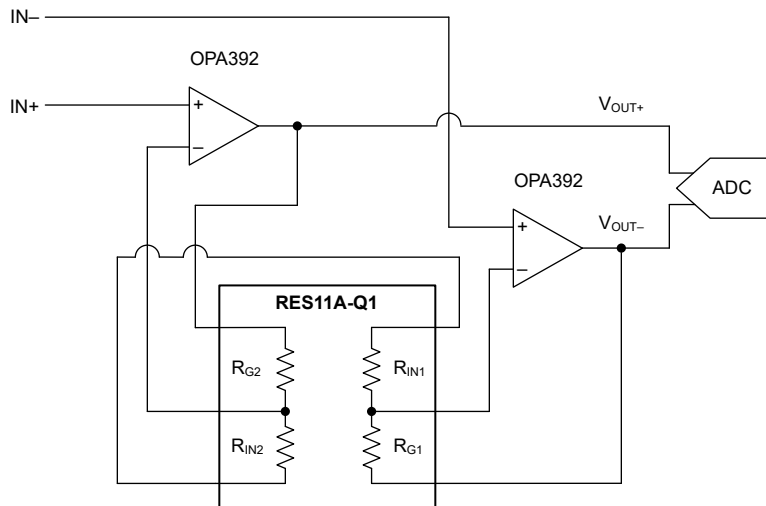


图 6. 具有差分输出的仪表放大器配置

使用两个运算放大器 (例如 OPA392) 和单个 RES11A-Q1 (如图 6 所示) 可以产生具有两个高阻抗差分输入、一个单端输出和一个基准输入的仪表放大器拓扑。有必要对设计进行仿真, 以检查输入共模范围和输出摆幅是否满足所需应用的要求。可使用 [方程式 3](#) 计算放大器的增益。

$$G = 1 + R_{IN} / R_G \quad (3)$$

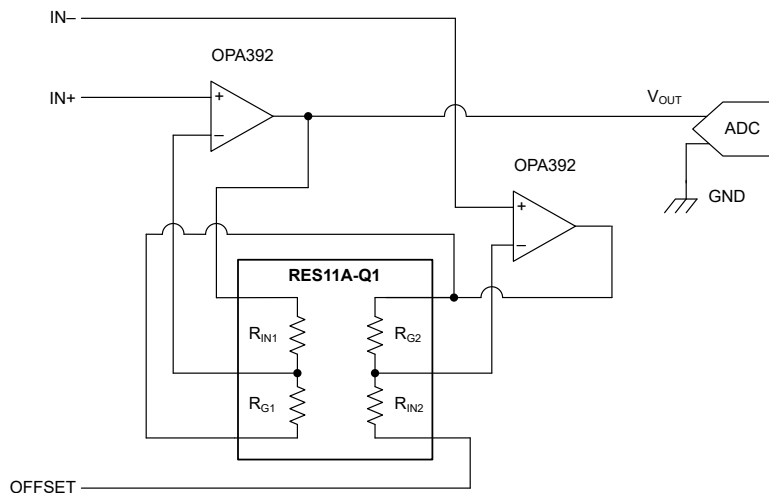


图 7. 具有基准输入的仪表放大器配置

² 请参阅交流耦合测量或热电偶测量等应用的 [输入偏置电流返回路径在仪表放大器应用中的重要性](#) 应用手册。

全差分放大器

全差分放大器需要使用电阻器来设置增益，如图 7 所示。这些电阻器之间的比值决定了增益，因此匹配对于确保电路按预期运行非常重要。方程式 4 显示了此配置中的增益公式。

$$G = R_G / R_{IN} \quad (4)$$

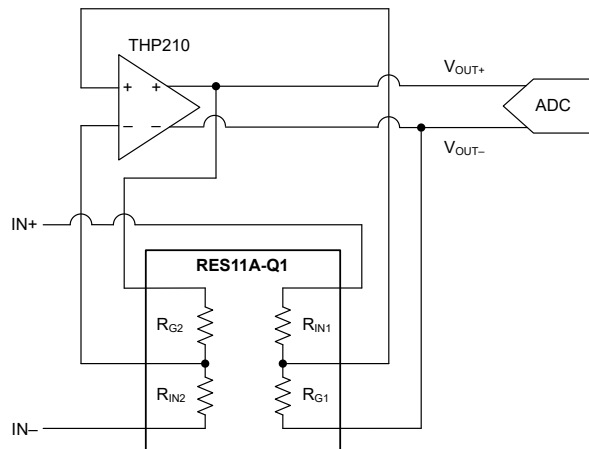


图 8. 全差分放大器配置

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