

Stanley Xu

在电机驱动、光伏逆变、轨道交通领域里有大量隔离电压采集需求，隔离运放、隔离 ADC 等器件被广泛应用于隔离电压采集信号链的最前端，AMC1411 是 TI 新推出的一款精密单端输入隔离放大器，其具有  $\pm 0.05\%$ (typ) 的增益误差、 $0.1\text{mV}$ (typ) 失调误差，高达  $1\text{G}\Omega$  的输入阻抗和  $0\sim 2\text{V}$  的宽输入电压范围，该器件非常适合应用于精密隔离电压采集。内部输出与输入电路由抗电磁干扰性能极强的电容隔离层隔开。该隔离层经认证可提供高达  $7.5\text{kVRMS}$  的增强型电隔离，符合 VDE V 0884-11 和 UL1577 标准，并且可支持最高  $1600\text{VRMS}$  的工作电压，图 1 所示为 AMC1411 内部框图。

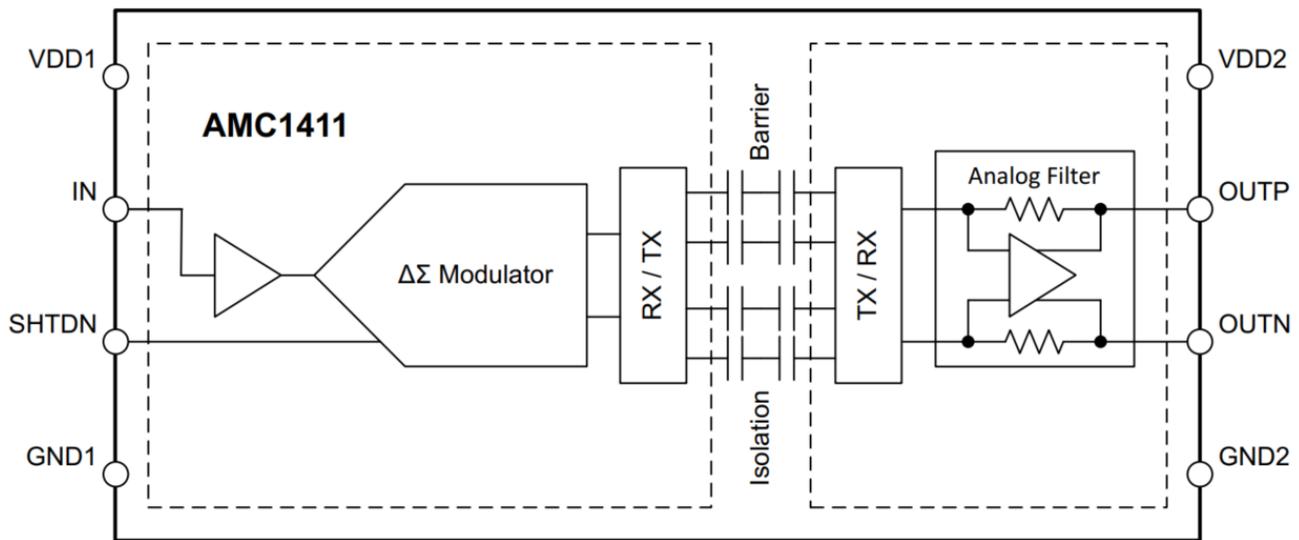


图 1. AMC1411 内部框图

在 AMC1411 的设计考虑中，一个很重要的参数为线性输入电压范围，如图 2 所示，AMC1411 线性模拟输入范围为  $-0.1\text{V}\sim 2\text{V}$ ，在该范围内输出电压和输入电压的增益保持为  $1\text{V/V}$ ，输入信号超出该范围则器件不工作在线性区，如果高于  $2.516\text{V}$  时则输出发生斩波。

### 6.3 Recommended Operating Conditions

over operating ambient temperature range (unless otherwise noted)

			MIN	NOM	MAX	UNIT
<b>POWER SUPPLY</b>						
	High-side power supply	VDD1 to GND1	3	5	5.5	V
	Low-side power supply	VDD2 to GND2	3	3.3	5.5	V
<b>ANALOG INPUT</b>						
$V_{Clipping}$	Input voltage before clipping output	IN to GND1		2.516		V
$V_{FSR}$	Specified linear full-scale voltage	IN to GND1	-0.1		2	V
<b>DIGITAL INPUT</b>						
	Input voltage	SHTDN to GND1	0		VDD1	V
<b>TEMPERATURE RANGE</b>						
$T_A$	Operating ambient temperature		-55		125	°C
	Specified ambient temperature		-40		125	

图 2. AMC1411 线性输入范围

在实际应用中会有需要隔离测量正负电压的需求，此时 AMC1411 正 2V 的线性输入范围成了局限，需要设计特定的电路来使得 AMC1411 适用于测量正负输入电压的应用场景。如图 3 所示为一个  $\pm 3200V$  的隔离采样应用，分压电阻  $R1 \sim Rx$  总值为  $3.2M\Omega$ ，使得流过  $976\Omega$  采样电阻  $R_s$  的电流最大值为  $1mA$ ，因此  $\pm 3200V$  被缩小为  $R_s$  上的  $\pm 0.976V$ ，在此使用一颗能输出  $1.024V$  基准电压的基准源芯片 LM4140 为负输入电压提供偏置。最后  $\pm 3200V$  的待测信号通过分压电阻网络衰减、以及基准电压的移位后转换为  $0.048V \sim 2V$  给到 AMC1411 模拟输入端，AMC1411 输出信号为叠加在  $1.44V$  共模电压上的  $0.048 \sim 2V$  差分电压。

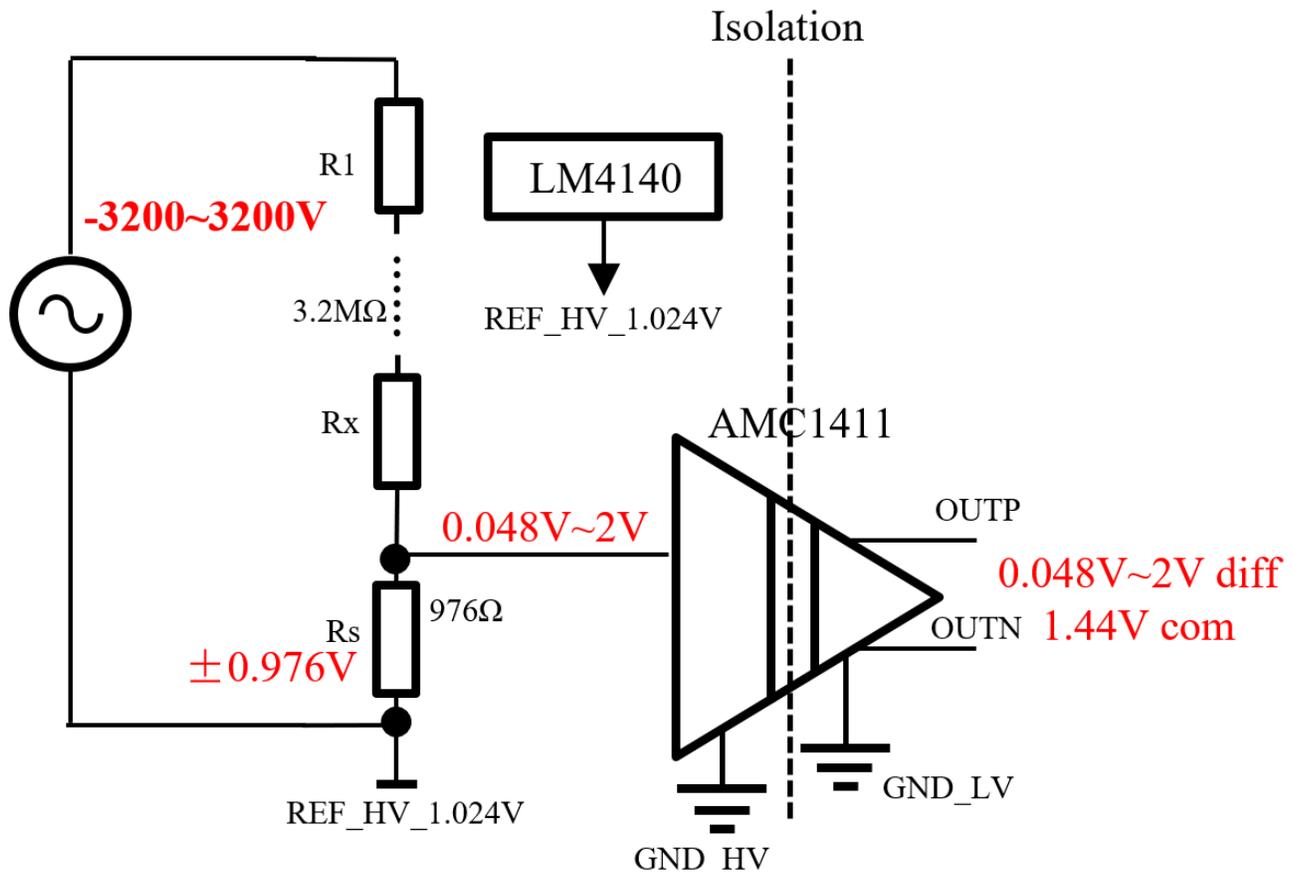


图 3. AMC1411 应用于  $\pm 3200V$  隔离采样

以上过程已经实现了将 AMC1411 用于负压信号采集，但此时输出信号为差分信号，为方便后续信号调理，需要加一级运放将差分信号转为单端信号，图 4 为 AMC1411 数据手册推荐的差分转单端电路。

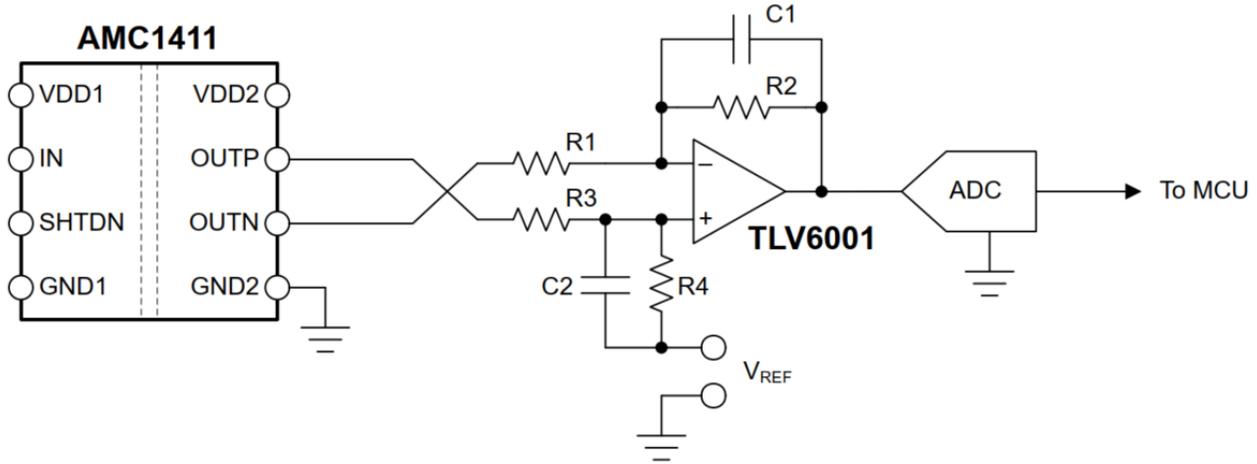


图 4. 差分转单端电路

输入信号为 $\pm 3200\text{V}$ 的对称双极性信号，工业现场中电流信号传输相比电压信号更不易受干扰，一些应用要求将双极性电压信号转换为双极性电流信号，在此介绍一种实现电路，原理框图如图 5 所示，仪表放大器 INA826 增益配置为 1，输入为反相输入方式，选择同样的 LM4140 生成  $1.024\text{V}$  基准作为 INA826 的参考，INA826 将  $0.048\text{V}\sim 2\text{V}$  的差分信号转换为  $0.976\text{V}\sim -0.976\text{V}$  的单端信号，该单端信号送入到由 OPA551 搭建而成的 HOWLAND 恒流源完成压流转换，增益系数为  $12.2\text{V/A}$ ，至此整个电路完成了  $\pm 3200\text{V}$  至  $\pm 80\text{mA}$  的测量转换。

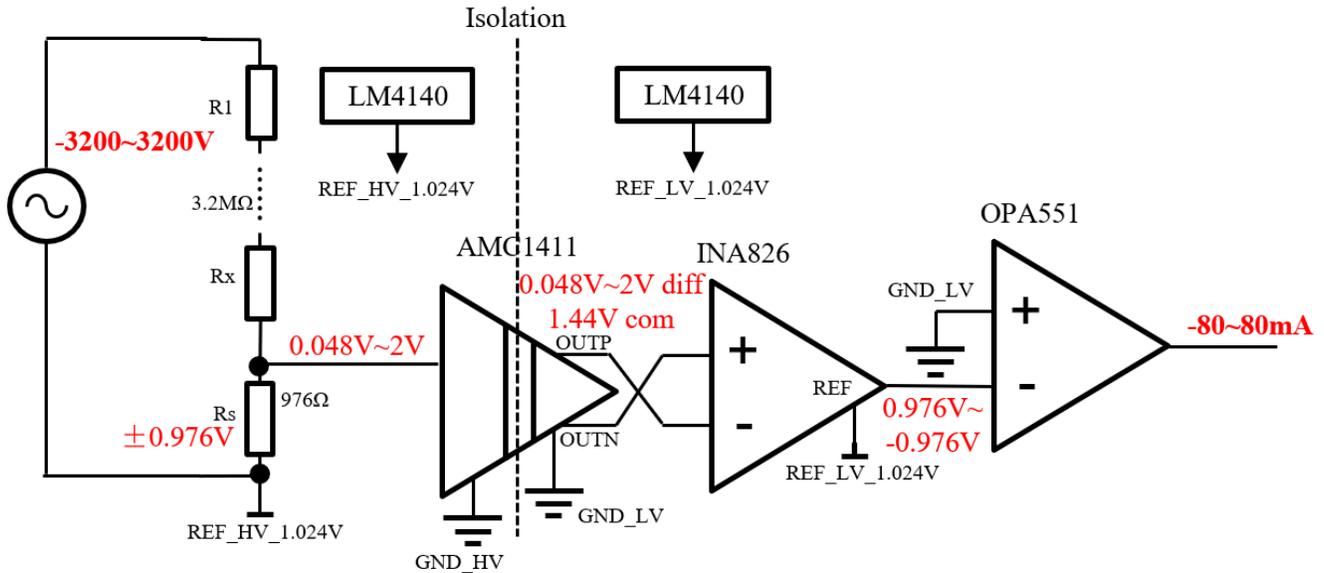


图 5.  $\pm 3200\text{V}$  转  $\pm 80\text{mA}$  双极性压流转换电路

在 TINA 中搭建图 6 中的电路模型进行仿真，仿真结果表明该电路符合设计预期。

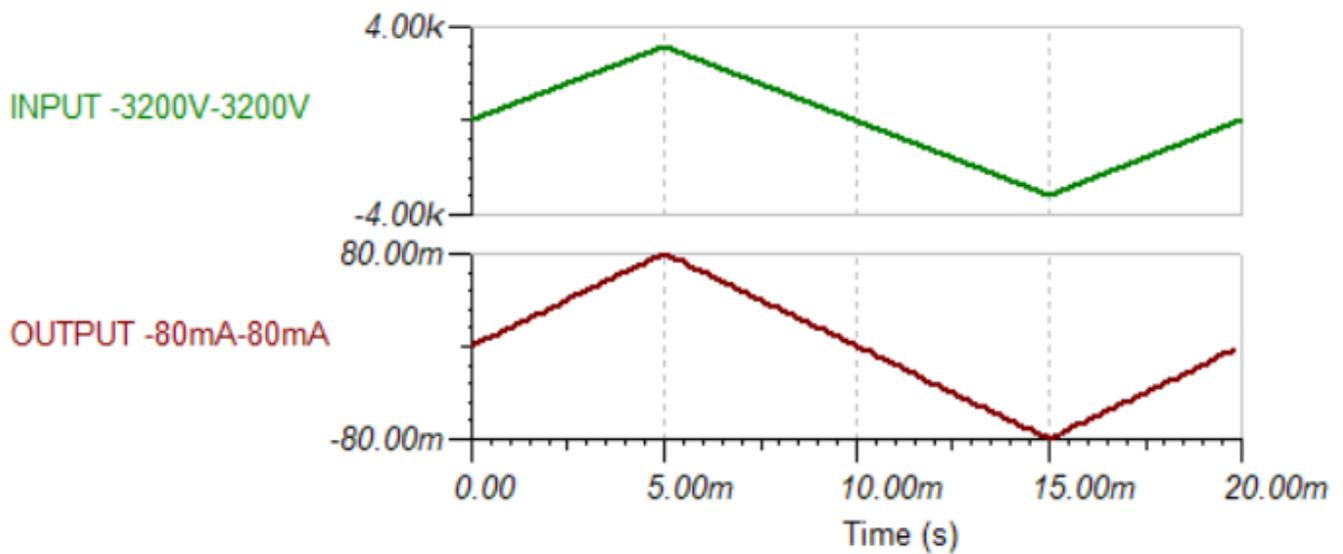
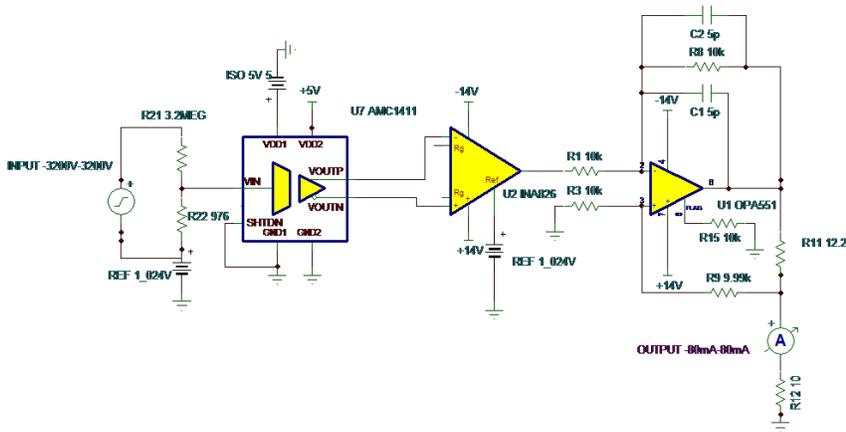


图 6. TINA 电路模型与仿真结果

#### 参考文献

1. AMC1411 datasheet
2. INA826 datasheet
3. OPA551 datasheet
4. 《TI 电路设计指导手册：运算放大器》
5. 《AN-31 放大器电路集合》ZHCAAB7D

## 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