

为保护继电器应用配置ADE1202寄存器

作者: Derek Sam

简介

本参考手册介绍如何计算ADE1202寄存器值以配置300 V直流二进制输入应用。请参阅ADE1202数据手册和本应用笔记。

ADE1202概述

ADE1202是一个双通道、隔离式、数字输入监控解决方案，设计作为机械开关和低压处理器之间的接口。ADE1202向系统微控制器传达直流输入的状态，如图1所示。二进制输入设计用于10 V直流至300 V直流或8 V rms至240 V rms交流操作。通过使用ADE1202寄存器值更改系统配置，可以通过相同的硬件电路将系统配置为支持不同范围的模拟输入。本应用笔记介绍如何计算寄存器值以配置300 V直流二进制输入应用。

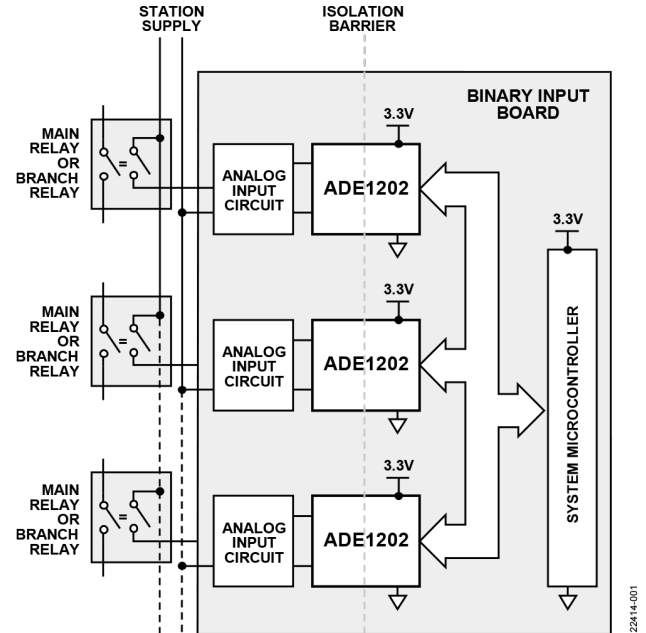


图1. ADE1202继电器监控应用

目录

简介.....	1	寄存器配置.....	5
ADE1202 概述.....	1	识别可编程增益.....	5
修订历史.....	2	识别阈值代码.....	5
应用概述.....	3	识别滤波器代码.....	5
硬件考虑.....	4	识别电流代码.....	5
分压器选择.....	4	识别 MOSFET 保护代码.....	6
原理示意图.....	4	ADE1202 启动.....	7
选择 MOSFET.....	4		

修订历史

2019年12月—修订版0：初始版

应用概述

ADE1202的典型应用是需要监控系统电压的变电站电池系统。充电期间电池电压的变化幅度为 $\pm 20\%$ ，电压最高可达300 V直流，最低可达200 V直流。推荐的应用电路提供10%的额外裕量，其将最大传感电压VSENSEMAX设置为约330 V直流。额外裕量可捕获电池线路上的任何过电压情况。变电站二进制输入连接的典型设置如图2所示。

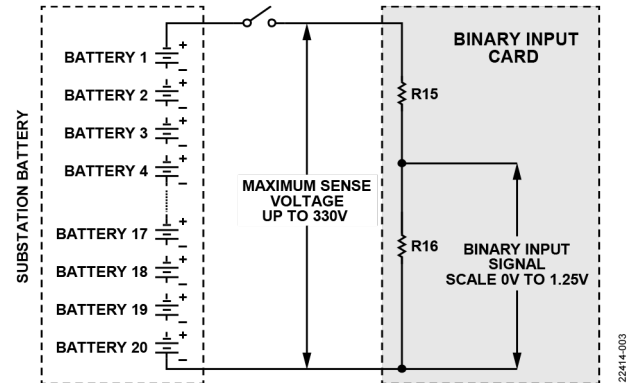


图2. 变电站二进制输入连接的典型设置

本应用笔记介绍ADE1202寄存器的配置以监控数字输入（也称为二进制输入），从而生成DOOUT信号，反映数字输入是逻辑高电平还是逻辑低电平。DOOUT通常由微控制器或现场可编程门阵列(FPGA)监控。系统软件根据DOOUT的状态做决定。

硬件考虑

分压器选择

分压器将变电站电池输入电压调整到 1.25 V，它属于 ADE1202 的输入电压范围。分压比计算如下：

$$\begin{aligned} \text{分压比} &= \text{最大输入电压} / V_{\text{SENSEMAX}} \\ &= 1.25 \text{ V} / 330 \text{ V} \\ &= \sim 0.00378 \end{aligned}$$

为 R15 电阻选择值 285 kΩ，为 R16 电阻选择值 1.1 kΩ（见图 2）可得到相似比率。这些电阻值的比率使分压器增益 (V_{GAIN}) 为 0.003832。 V_{GAIN} 将分压器输入端的最大可测量电压设置为 326 V 直流。

原理示意图

R7、R8 和 R9 为限流电阻。存在高电压干扰时，这些电阻将限制通过系统输入的电流。金属氧化物变阻器(MOV) V1 将二进制输入卡输入端的电压箝位在预定值。R1、R2、R3 和 R10 以及 R4、R5、R6 和 R11 电阻形成的分压器允许 IN1

引脚或 IN2 引脚的最大电压为 1.25 V。使用三个 95.3 kΩ、1206 电阻，而不是一个 289.3 kΩ 电阻，以在浪涌、静电放电(ESD)试验或雷击期间，满足承受高压电平所需的爬电距离和电气间隙。R12 和 R13 是金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)栅极引脚上的限流电阻。C1 和 C2 电容在系统输入端滤除高频干扰分量。

选择 MOSFET

MOSFET 作为已编程负载电流的传递器件。MOSFET 的安全工作区(SOA)必须降至电路设计的最大工作温度。降额 SOA 可使电路正常运行，并防止 MOSFET 的热击穿。MOSFET 必须额定最大输入电压、脉冲电流振幅、脉冲持续时间和占空比。在最高工作温度下，MOSFET 的工作点必须在降额 SOA 的范围内。

EVAL-ADE1202EBZ 上的 MOSFET 是 SIHFRC20TR-GE3，最大漏源电压(V_{DS})为 600 V，并具有适合大多数应用的载流能力，这使 MOSFET 能够承受高压干扰。

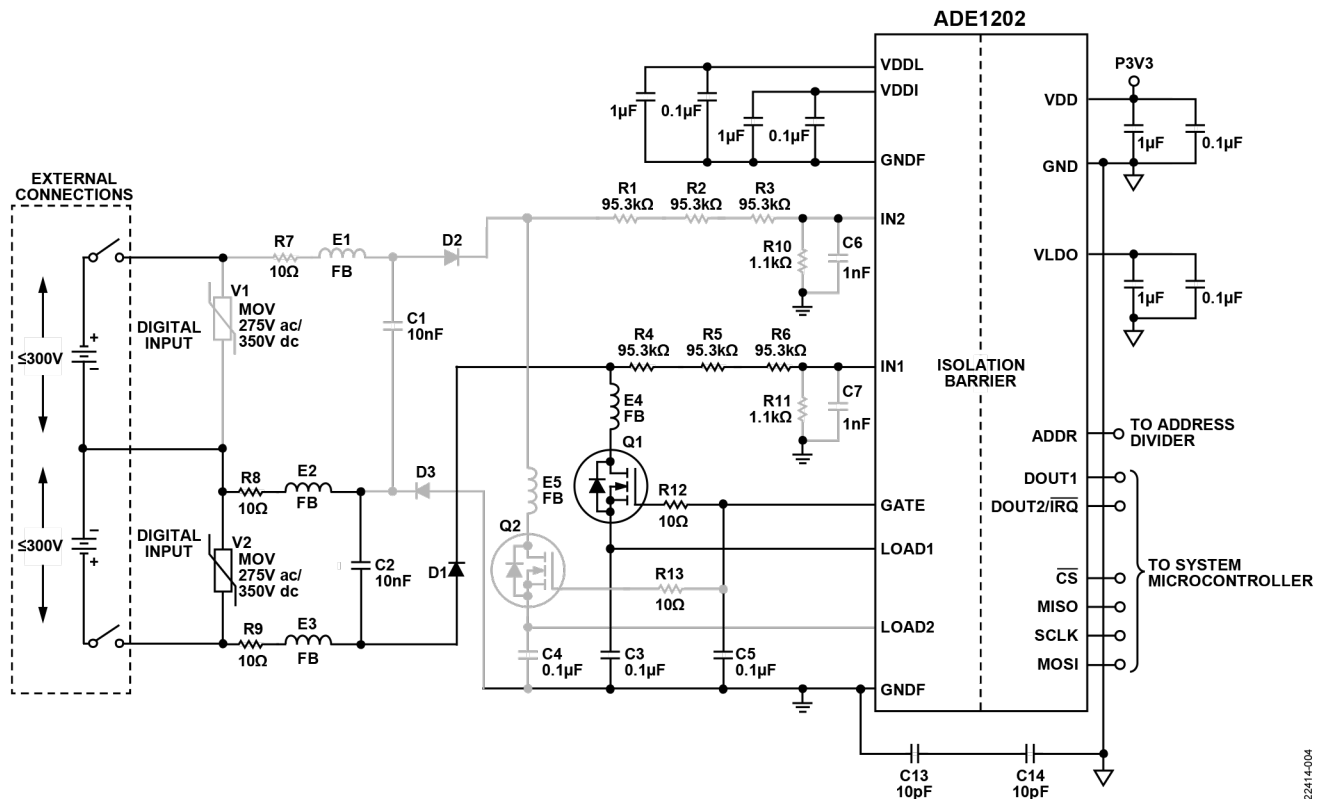


图3. 应用电路原理示意图

寄存器配置

本节举例介绍如何使用表 1 中所示的配置设置 ADE1202。

表 1. 示例寄存器配置表

寄存器	地址	数据
CTRL	0x001	0x1040
BIN_CTRL	0x002	0x3610
BIN_THR	0x003	0x5AAA
WARNA_THR	0x004	0xCCCC
WARNB_THR	0x005	0x5A88
WARNC_THR	0x006	0x2D2D
BIN_FILTER	0x007	0x8096
WARNA_FILTER	0x008	0x80FA
WARNB_FILTER	0x009	0x80FA
WARNC_FILTER	0x00A	0x80FA
PL_CTRL	0x010	0x0000
PL_RISE_THR	0x011	0x001E
PL_LOW_CODE	0x012	0x001E
PL_HIGH_CODE	0x013	0x0050
PL_HIGH_TIME	0x014	0x012C
EGY_MTR_CTRL	0x015	0x0505
EGY_MTR_THR	0x016	0x01CB
PL_EN	0x200	0xC000
PGA_GAIN	0x201	0x0000

识别可编程增益

ADE1202 有一个可编程增益放大器(PGA)，允许用户调整输入信号，以利用模数转换器(ADC)的全动态范围。本例使用 1 为 PGA 增益，0.003832 为 V_{GAIN} 。

识别阈值代码

表 2 中所述的警告和二进制通道阈值设置为默认值。基于系统假设 PGA 增益为 1， $V_{SENSEMAX}$ 为 326 V 的相应阈值电压如表 2 所示。有关如何将阈值转换为相应寄存器值的详细信息，请参阅 ADE1202 数据手册。

表 2. 阈值电压和代码

寄存器	阈值电压(V)		阈值代码(十六进制)	
	高	低	高	低
BIN_THR	217	115	AA	5A
WARNA_THR	261	261	CC	CC
WARNB_THR	174	115	88	5A
WARNC_THR	58	58	2D	2D

识别滤波器代码

对于此二进制输入应用，为二进制通道设置 3 ms 数字滤波，对应的 BIN_FILTER 寄存器配置为 0x0096。为警告通道设置 5 ms 数字滤波，对应的 WARNx_FILTER 寄存器配置为 0x80FA。

二进制通道默认禁用，因此 BIN_FILTER 寄存器的 BIN_EN 位必须设置为 0x1 以启用此通道。在此例中，二进制通道和警告滤波器已启用。有关如何将滤波器时间转换为相应寄存器值的详细信息，请参阅 ADE1202 数据手册。

识别电流代码

湿电流可以消除线路上的高压噪声。在此例中，湿电流脉冲振幅为 16 mA，持续时间为 3 ms。因此，PL_HIGH_CODE 寄存器和 PL_HIGH_TIME 寄存器分别设置为 0x0050 和 0x012C。

PL_LOW_CODE 寄存器设置为 0x001E，因此当脉冲结束时，会有 3 mA 恒定电流流过。请注意，可编程负载块默认禁用。用户必须将 0xC000 写入 PL_EN 寄存器以启用可编程负载块。

可编程负载块有两种工作模式：HIGH_IDLE 和 LOW_IDLE。在 LOW_IDLE 模式中，可编程负载由电压阈值触发。HIGH_IDLE 模式建议用于二进制输入通道上的有效噪声抑制，因为大电流在空闲状态下施加，并且不依赖于电压阈值。ADE1202 默认设置为 LOW_IDLE 模式。PL_CTRL 寄存器默认值为 0x000。

LOW_IDLE 模式中使用的阈值由 8 位寄存器 PL_RISE_THR 设置。在此例中，PL_RISE_THR 寄存器设置为 0x001E，其对应于 38.4 V。PL_RISE_THR 设置在 HIGH_IDLE 模式中忽略。

为了确保在二进制输入高时产生脉冲电流，必须满足以下条件：

- $BIN_FILTER \geq 0x3$
- 在 LOW_IDLE 模式中， $RISE_THR < BIN_HI_THR$

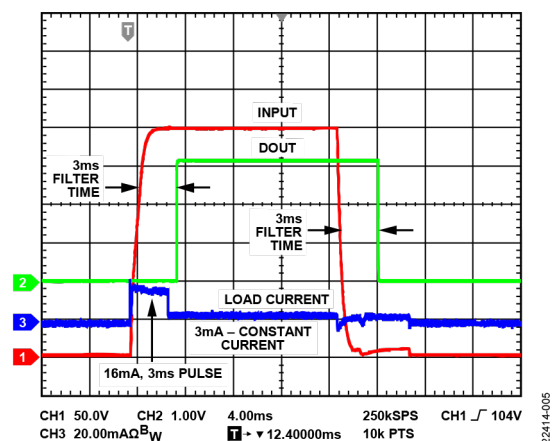


图 4. 显示 DOUT 和负载电流的 300 V 输入

识别 MOSFET 保护代码

如果在MOSFET上连续施加多个大电流脉冲，高变电站电压和可编程负载电流（高达51 mA）相结合可能会损坏外部MOSFET。

ADE1202可以准确地估计出MOSFET中耗散的功率。使用测得的输入电压或ADC代码和大电流脉冲持续时间进行MOSFET保护，以估计MOSFET随时间产生的功耗。

设计流程和计算

使用以下步骤确定MOSFET保护模块配置寄存器的正确配置：

1. 根据MOSFET的最高环境温度或壳温来降额MOSFET SOA。确定降额SOA的工作 V_{DS} 、漏极电流(I_D)和安全脉冲持续时间。
2. 计算最大能量阈值并将该值写入EGY_MTR_THR寄存器。
3. 基于MOSFET热时间常数和能量阈值，设置EGY_MTR_CTRL寄存器中的COOLDOWN_DECR位和COOLDOWN_TIMESTEP位。
4. 确定超出最大能量阈值时发生的冷却期，并将EGY_MTR_CTRL寄存器的COOLDOWN_SEC位设置为0x5。
5. 计算通道输入导致ADC超量程时替换ADC代码的值。EGY_MTR_CTRL寄存器中的OV_SCALE位调高了瞬时累积加法器。
6. 将计算得出的寄存器值写入相应的寄存器。

有关用于计算每个寄存器值的公式，请参阅ADE1202数据手册。

在此例中，能量计最大阈值MAX_EGY_THR设置为0x01CB，这相当于漏极电压为250 V，脉冲电流振幅为16 mA，持续时间为3 ms时，MOSFET中耗散的能量。当达到计算出的阈值时，将触发冷却功能，并开始冷却期（请参阅图5）。持续时间由EGY_MTR_CTRL寄存器中的COOLDOWN_SEC位指定。当器件进入冷却期时，累加器归零。当脉冲电流关闭时，累加器每10 μ s递减5项。默认情况下，EGY_MTR_CTRL寄存器设置为0x0505。

当二进制输入电压足够大时，ADC可达到满量程值0xFF。达到此值时，EGY_MTR_CTRL寄存器的OV_SCALE位调高了瞬时累积加法器。四个OV_SCALE系数为1、4、8和16。

可以轮询 EGY_MTR1 或 EGY_MTR2 寄存器来表示 MOSFET 中累积的能量。

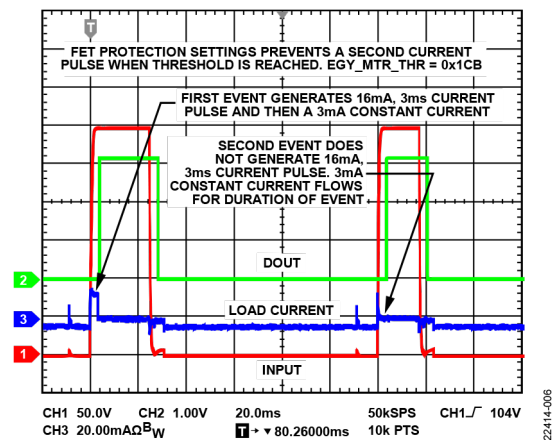


图5. 限制电流脉冲数的MOSFET保护设置

ADE1202启动

请在启动时、硬件复位后或软件复位后，执行以下操作：

- 轮询 INT_STATUS 寄存器。在启动过程中，INT_STATUS 寄存器读取 0xFFFF。成功启动后，INT_STATUS 寄存器的 RSTDONE 位读取 0x0000。将 1 写入 INT_STATUS 寄存器的 RSTDONE 位（位 14）。
- 确保为剩余配置寄存器设置默认值。

请注意，二进制通道和可编程负载默认关闭。要启用二进制通道和可编程负载电路，请执行以下步骤：

1. 将 0xADE0 写入 LOCK 寄存器的 LOCK_KEY 位以解锁器件。
2. 将新寄存器值写入需要更改的配置寄存器。
3. 将 0xADE1 写入 LOCK 寄存器的 LOCK_KEY 位以锁定器件。ADE1202 现在可以开始工作。

