



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119335943 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 21

(21) 申请号 202411908048.2

(22) 申请日 2024.12.24

(71) 申请人 杭州杭途科技有限公司

地址 310007 浙江省杭州市西湖区三墩镇
欣然街22号1幢

(72) 发明人 李宁 张琪荣 沈志伟 高峻
罗时坚

(74) 专利代理机构 杭州奥创知识产权代理有限公司 33272

专利代理师 王佳健

(51) Int.Cl.

G05B 19/042 (2006.01)

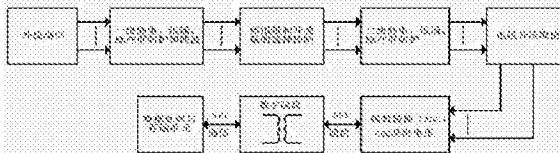
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种同时具备开关量及模拟量采集电路

(57) 摘要

本发明公开了一种同时具备开关量及模拟量采集电路。本发明包括外部接入接口、一级保护单元、选择控制单元、二级保护单元、主分压单元和模数转换单元；所述选择控制单元用于对外部接入接口的输入形式进行选择，当选择控制单元中的开关模块断开时，则选定模拟量为输入；当选择控制单元中的开关模块闭合时，则选定开关量为输入；当选定为模拟量为输入时，模数转换单元通过主分压单元进行模拟量的采集；当选定为开关量为输入时，通过选择控制单元中辅分压单元与主分压单元进行电压采集，比较判别所采集的电压值来确定开关量的状态；本发明能够同时满足对连续变化物理量的精确测量和对离散状态量的实时监测，丰富了产品的功能性，降低了设计成本。



1. 一种同时具备开关量及模拟量采集电路,包括外部接入接口、一级保护单元、选择控制单元、二级保护单元、主分压单元和模数转换单元;

所述外部接入接口与所述一级保护单元连接,用于输入模拟量或开关量;

所述一级保护单元用于对外部接入接口输入的信号进行静电、浪涌、脉冲群防护和滤波;

所述选择控制单元用于对所述外部接入接口的输入形式进行选择,当选择控制单元中的开关模块断开时,则选定模拟量为输入;当选择控制单元中的开关模块闭合时,则选定开关量为输入;

当选定为模拟量为输入时,所述模数转换单元通过所述主分压单元进行模拟量的采集;当选定为开关量为输入时,通过选择控制单元中辅分压单元与所述主分压单元进行电压采集,比较判别所采集的电压值来确定开关量的状态;

所述二级保护单元用于形成对所述一级保护单元的冗余保护;

所述模数转换单元用于对主分压单元分压后的信息进行采集。

2. 根据权利要求1所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述一级保护单元包括磁珠、电容和TSS管;磁珠的一端连接外部接入接口,另一端分别与电容的一端、TSS管的一端连接;电容的另一端、TSS管的另一端均接地;

所述磁珠用于抑制信号的高频噪声和尖峰干扰且能吸收静电脉冲;所述电容用于吸收或滤除高频干扰信号,所述TSS管用于抑制浪涌或者脉冲群。

3. 根据权利要求1所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述选择控制单元中的开关模块选用PMOS管,其源极接5V电源、栅极接选择信号,漏极接所述辅分压单元的一端,当选择信号为低电平时,选定开关量为输入;当选择信号为高电平时,选定模拟量为输入。

4. 根据权利要求3所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述辅分压单元的另一端还串接有保护二极管,用于防止外界噪声流入到5V电源。

5. 根据权利要求1所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述二级保护单元采用TVS管,用于确保电路在面临瞬态电压冲击时不会受到损坏。

6. 根据权利要求2所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述主分压单元由三级分压电阻组成,一级分压电阻的一端与磁珠的一端连接,一级分压电阻的另一端连接二级分压电阻的一端,二级分压电阻的另一端连接三级分压电阻的一端,三级分压电阻的另一端接地;其中模数转换单元的信号采集端位于二级分压电阻和三级分压电阻之间。

7. 根据权利要求6所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述辅分压单元的另一端连接至一级分压电阻和二级分压电阻之间。

8. 根据权利要求1或6所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:所述模数转换单元还包括电压基准模块,作为模数转换单元的基准电压源。

9. 根据权利要求8所述的一种同时具备开关量及模拟量采集电路,其特征在于:还包括数字隔离单元,所述模数转换单元通过所述数字隔离单元与数据处理与存储单元连接。

一种同时具备开关量及模拟量采集电路

技术领域

[0001] 本发明属于工业自动化和物联网技术领域,涉及一种同时具备开关量及模拟量采集电路。

背景技术

[0002] 在现代工业自动化和嵌入式系统中,控制系统的复杂性日益增加,对于控制系统的需求日益复杂化和多样化。传统的控制系统往往将开关量(离散信号)与模拟量(连续变化的物理量)分开处理,并采用光耦隔离和ADC转换等技术来实现信号的采集与处理,它们在检测方法和实现方式都截然不同。

[0003] 常用的开关量输入接口只能用于表示电路的通断状态或二进制逻辑状态,无法再实现别的功能。通常开关量输入端和信号检测端有电气隔离的要求,因此需要使用光耦器件进行隔离,新增了硬件的复杂度。每一路光耦(开关量)都需要占用一个CPU的线,有多路开关量时,会占用较多的CPU资源;又因为光耦器件本身的工作原理,导致整体功耗较大。而模拟量采集,也只能作为模拟量采集的功能,对模拟量数据简单的滤波处理,然后再到模数转换(ADC),最后由MCU对采集到的数据进行处理,因此在电磁环境复杂的环境下,会带来信号干扰与失真、系统性能下降、设备损坏与安全隐患等问题。

[0004] 随着技术的不断进步和应用需求的升级,这种分开设计的控制系统逐渐暴露出了一些局限性,如系统复杂度增加、资源占用多、集成度低以及难以实现复杂控制策略等问题。同时,在电磁环境日益复杂的背景下,控制系统的EMC防护能力也面临着严峻的挑战。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,并满足未来控制系统对于高精度、高可靠性、高灵活性、高度集成化以及强大EMC防护能力的需求,本申请提出了一种具有EMC防护且同时具备开关量与模拟量采集功能的电路。

[0006] 本发明包括外部接入接口、一级保护单元、选择控制单元、二级保护单元、主分压单元和模数转换单元;

所述外部接入接口与所述一级保护单元连接,用于输入模拟量或开关量;

所述一级保护单元用于对外部接入接口输入的信号进行静电、浪涌、脉冲群防护和滤波;

所述选择控制单元用于对所述外部接入接口的输入形式进行选择,当选择控制单元中的开关模块断开时,则选定模拟量为输入;当选择控制单元中的开关模块闭合时,则选定开关量为输入;

当选定为模拟量为输入时,所述模数转换单元通过所述主分压单元进行模拟量的采集;当选定为开关量为输入时,通过选择控制单元中辅分压单元与所述主分压单元进行电压采集,比较判别所采集的电压值来确定开关量的状态;

所述二级保护单元用于形成对所述一级保护单元的冗余保护;

所述模数转换单元用于对主分压单元分压后的信息进行采集。

[0007] 进一步说,所述一级保护单元包括磁珠、电容和TSS管;磁珠的一端连接外部接入接口,另一端分别与电容的一端、TSS管的一端连接;电容的另一端、TSS管的另一端均接地;

所述磁珠用于抑制信号的高频噪声和尖峰干扰且能吸收静电脉冲;所述电容用于吸收或滤除高频干扰信号,所述TSS管用于抑制浪涌或者脉冲群。

[0008] 进一步说,所述选择控制单元中的开关模块选用PMOS管,其源极接5V电源、栅极接选择信号,漏极接所述辅分压单元的一端,当选择信号为低电平时,选定开关量为输入;当选择信号为高电平时,选定模拟量为输入。

[0009] 优选地,所述辅分压单元的另一端还串接有保护二极管,用于防止外界噪声流入到5V电源。

[0010] 进一步说,所述二级保护单元采用TVS管,用于确保电路在面临瞬态电压冲击时不会受到损坏。

[0011] 优选地,所述主分压单元由三级分压电阻组成,一级分压电阻的一端与磁珠的一端连接,一级分压电阻的另一端连接二级分压电阻的一端,二级分压电阻的另一端连接三级分压电阻的一端,三级分压电阻的另一端接地;其中模数转换单元的信号采集端位于二级分压电阻和三级分压电阻之间。

[0012] 优选地,所述辅分压单元的另一端连接至一级分压电阻和二级分压电阻之间。

[0013] 优选地,所述模数转换单元还包括电压基准模块,作为模数转换单元的基准电压源。

[0014] 优选地,还包括数字隔离单元,所述模数转换单元通过所述数字隔离单元与数据处理与存储单元连接。

[0015] 本发明的有益效果:本发明能够同时满足对连续变化物理量(如温度、压力、流量等)的精确测量和对离散状态量(如设备开关状态、报警信号等)的实时监测,丰富了产品的功能性,降低了设计成本。

附图说明

[0016] 图1为本申请实施例系统框图;

图2为本申请实施例原理图;

图3为本申请实施例的一级静电、浪涌、脉冲群防护和滤波单元实现原理图;

图4为本申请实施例的模拟量和开关量的选择控制单元实现原理图;

图5为本申请实施例的二级静电、浪涌、脉冲群防护实现原理图;

图6为本申请实施例的模数转换(ADC)、基准芯片和数字隔离单元实现原理图。

具体实施方式

[0017] 下面将结合本发明实施例,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0018] 如图1所示,本申请实施例主要包括外部接入接口、一级静电、浪涌、脉冲群防护和

滤波单元(即一级保护单元)、模拟量和开关量的选择控制单元、二级静电、浪涌、脉冲群防护单元(即二级保护单元)、模数转换(ADC)单元、数字隔离单元、数据处理与存储单元。

[0019] 所述外部接入接口与所述一级保护单元连接,用于输入模拟量或开关量。

[0020] 所述一级保护单元用于对外部接入接口输入的信号进行静电、浪涌、脉冲群防护和滤波。

[0021] 所述选择控制单元用于对所述外部接入接口的输入形式进行选择,当选择控制单元中的开关模块断开时,则选定模拟量为输入;当选择控制单元中的开关模块闭合时,则选定开关量为输入。

[0022] 当选定为模拟量为输入时,所述模数转换单元通过所述主分压单元进行模拟量的采集;当选定为开关量为输入时,通过选择控制单元中辅分压单元与所述主分压单元进行电压采集,比较判别所采集的电压值来确定开关量的状态。

[0023] 所述二级保护单元用于形成对所述一级保护单元的冗余保护。

[0024] 所述模数转换单元用于对主分压单元分压后的信息进行采集。

[0025] 所述数字隔离用于隔离高压电路与低压电路,保护电路受损坏。

[0026] 所述数据处理与存储单元用于负责存储和高效访问数据,以及支持CPU对数据进行读取、处理和写入操作。

[0027] 在某一实施例中,如图2和图3所示,所述一级保护单元的具体电路结构为:

开关量或模拟量的信号从接口J1进行接入,接口J1的第1引脚到第8引脚分别和磁珠FB1、FB2、FB3、FB4、FB5、FB6、FB7、FB8一端相连,磁珠FB1的另一端与电容C8的一端连接,电容C8的另一端接地;磁珠FB2的另一端与电容C4的一端连接,电容C4的另一端接地;磁珠FB3的另一端与电容C7的一端连接,电容C7的另一端接地;磁珠FB4的另一端与电容C3的一端连接,电容C3的另一端接地;磁珠FB5的另一端与电容C6的一端连接,电容C6的另一端接地;磁珠FB6的另一端与电容C2的一端连接,电容C2的另一端接地;磁珠FB7的另一端与电容C5的一端连接,电容C5的另一端接地;磁珠FB8的另一端与电容C1的一端连接,电容C1的另一端接地;磁珠FB1的另一端、磁珠FB5的另一端还分别与TSS1管的两端连接,TSS1管的另一端接地;磁珠FB2的另一端、磁珠FB6的另一端还分别与TSS1管的两端连接,TSS2管的另一端接地;磁珠FB3的另一端、磁珠FB7的另一端还分别与TSS3管的两端连接,TSS3管的另一端接地;磁珠FB4的另一端、磁珠FB8的另一端还分别与TSS4管的两端连接,TSS4管的另一端接地。

[0028] 本实施例中的磁珠由于采用铁氧体等磁性材料制成,它专用于抑制信号线、电源线上的高频噪声和尖峰干扰,并具有很强的吸收静电脉冲的能力;而信号输入端往往会受到各种高频干扰信号的影响,因此通过在输入端放置电容,可以吸收或滤除这些高频干扰信号,提高电路的抗干扰能力。磁珠和电容都是对高频干扰信号有很好的抑制和泄放作用。而对于外界的浪涌或者脉冲群,本实施例采用TSS管,TSS管是一种电压开关型瞬态抑制二极管,当信号端口受到浪涌电压冲击时,它能够迅速响应并将电压箝制在安全范围内,从而保护后端电路免受损坏。

[0029] 在某一实施例中,如图2和图4所示,所述选择控制单元的具体电路结构为:

选择控制单元中的开关模块选用PMOS管Q1,PMOS管Q1的源极接5V电源、栅极接选择信号CPU_Select,漏极接所述辅分压单元的一端。

[0030] 所述的辅分压单元包括电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电阻R6、电阻R7和电阻R8,其中电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电阻R6、电阻R7和电阻R8的一端与PMOS管Q1的漏极连接;电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电阻R6、电阻R7和电阻R8的另一端与对应的二极管正极连接。

[0031] 在本实施例中所述模拟量和开关量的选择控制单元,因为外部接入接口J1同时具备模拟量输入或开关量输入,因此接口用于模拟量输入还是开关量输入,由单片机来自由选择控制,CPU_Select的信号为低时,功能选择开关量输入,反之为模拟量输入。ISO_D5V接的是PMOS管(Q1)的源极,CPU_Select接的是PMOS管(Q1)的栅极,PMOS(Q1)管的漏极同时接到电阻R1、R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8的一端,电阻的另一端分别接到二极管D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8,而二极管的另一端分别接到电阻R18、R19、R20、R21、R22、R23、R24、R25。

[0032] 此处的PMOS管(Q1)只作为一个开关,电阻R1、R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8作为限流以及下面串联的电阻构成分压的作用。二极管D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8具有两个作用,其一是为了防止外界噪声流入到电源端,其二是避免当选用开关量使用,但实际操作时又把它当成了模拟量,当模拟量是一个电压信号且电压信号大于这个电源电压时,就会出现模拟量信号往电源里面送。

[0033] 此部分的控制单元可以看出,本实施例将模拟量和开关量集设计成为一体,并采用了统一的接口标准,降低了硬件成本,还减少了系统的物理空间占用,可根据实际需求进行灵活配置,以适应不同的应用场景。

[0034] 在某一实施例中,如图2和图5所示,所述二级保护单元的具体电路结构为:

TVS管D9、D10、D11、D12、D13、D14、D15、D16的负极分别与二极管D7、D5、D1、D3、D8、D2、D6、D4的负极连接,TVS管D9、D10、D11、D12、D13、D14、D15、D16的正极均接地。

[0035] 本实施例中的二级保护单元形成冗余的保护机制,即使一级防护出现失效或性能下降的情况,TVS管仍然能够提供有效的保护,模拟量输入或开关量输入的每路上分别放置了一个TVS管D9、D10、D11、D12、D13、D14、D15、D16,确保电子设备在面临瞬态电压冲击时不会受到损坏。当两极受到反向瞬态高能量冲击时,它能以极快的速度(10的负12次方秒量级)将其两极间的高阻抗变为低阻抗,吸收高达数千瓦的浪涌功率,并将两极间的电压箝位于一个预定值。这种特性使得TVS管能够有效地保护电子线路中的元器件免受各种浪涌脉冲的损坏。

[0036] 在某一实施例中,如图2所示,所述主分压单元由三级分压电阻组成,一级分压电阻(电阻R10、R11、R12、R13、R14、R15、R16、R17)的一端与磁珠的一端连接,一级分压电阻的另一端连接二级分压电阻(R18、R19、R20、R21、R22、R23、R24、R25)的一端,二级分压电阻的另一端连接三级分压电阻(电阻R26、R27、R28、R29、R30、R31、R32、R33)的一端,三级分压电阻的另一端接地;其中模数转换单元的信号采集端位于二级分压电阻和三级分压电阻之间。

[0037] 在本实施例中当选用模拟量使用时,PMOS(Q1)管属于断开状态,此时第1路到第8路的模拟量分别经过一级分压电阻,然后再经过二级分压电阻,最后再经过三级分压电阻,总共是分别经过这三级电阻进行分压取值。

[0038] 当选用开关量时,PMOS(Q1)管属于闭合状态,ISO_D5V的5V电压先经过辅分压单元:然后再分为以下两种情况:

如果开关量处于断开状态,那么ISO_D5V的5V电压再经过二级分压电阻,最后再经过三级分压电阻,总共是分别经过三个电阻进行分压取值,此时模数转换芯片U11 (ADC芯片)采集到的值标记为A值。

[0039] 如果开关量处于闭合状态,那么ISO_D5V的5V电压除了每路经过了二级分压电阻和三级分压电阻外,还经过了一级分压电阻,此时模数转换芯片U11 (ADC芯片)采集到的值标记为B值。

[0040] 数据处理与存储单元根据采集的是A值还是B值,来判断开关量是处于断开还是闭合状态。

[0041] 在某一实施例中,如图2和图6所示,关于本申请的ADC采集的位置:

电阻R18另一端还与U1 (ADC芯片)的第6引脚连接,电阻R19另一端还与U11 (ADC芯片)的第7引脚;电阻R20另一端还与U1 (ADC芯片)的第8引脚;电阻R21另一端还与U1 (ADC芯片)的第9引脚;电阻R22另一端还与U1 (ADC芯片)的第10引脚;电阻R23另一端还与U1 (ADC芯片)的第11引脚;电阻R24另一端还与U1 (ADC芯片)的第12引脚;电阻R25另一端还与U1 (ADC芯片)的第13引脚。

[0042] 在本实施例中U1是一款模数转换器(ADC),能够将模拟信号转换为数字信号,具有12位分辨率、1MHz采样率的低功耗ADC芯片,支持多通道输入。芯片支持多种配置和设置,如输入范围、采样率、报警阈值等,用户可以通过编程进行灵活调整。模数转换(ADC)芯片和CPU通讯采用的是SPI通讯,SPI通讯仅只占用了四根线,极大地减少了硬件成本和CPU资源。

[0043] 进一步,所述模数转换单元还包括电压基准模块,作为模数转换单元的基准电压源,具体地:本实施例的U3是一款电压基准芯片,因其高精度、低温度漂移和低噪声等特点,通常用于ADC(模数转换器)的基准电压源。

[0044] 进一步,还包括数字隔离单元,所述模数转换单元通过所述数字隔离单元与数据处理与存储单元连接,具体连接关系如下:

模数转换芯片U1 (ADC芯片)的第16脚和数字隔离芯片U2的14引脚相连,芯片U1 (ADC芯片)的第17脚和数字隔离芯片U2的13引脚相连,芯片U1 (ADC芯片)的第18脚和数字隔离芯片U2的12引脚相连,芯片U1 (ADC芯片)的第19脚和数字隔离芯片U2的11引脚相连。

[0045] 本实施例中U2是一款数字隔离器,具有四个独立的数字隔离通道,支持2.5V至5.5V的宽电源供电范围,方便与各种电源系统兼容,具有高共模瞬态抗扰度,能够有效抵抗共模干扰,提供高达5KV RMS的电气隔离,有效隔离高压电路与低压电路,保护电路和设备免受损坏。

[0046] 所述数据处理与存储单元,主要是负责存储和高效访问数据,以及支持CPU对数据进行读取、处理和写入操作。

[0047] 综上,本发明通过一种创新的设计方案实现同时满足模拟量采集和开关量输入检测功能,相较于传统的仅具备开关量输入检测功能的系统,具有数据采集的多样性与全面性、数据处理与决策支持能力的提升、系统灵活性与可扩展性的提高以及系统可靠性与稳定性的增强等多重优点。这些优点将为企业带来更高的生产效率、更低的运维成本和更好的经济效益。

[0048] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

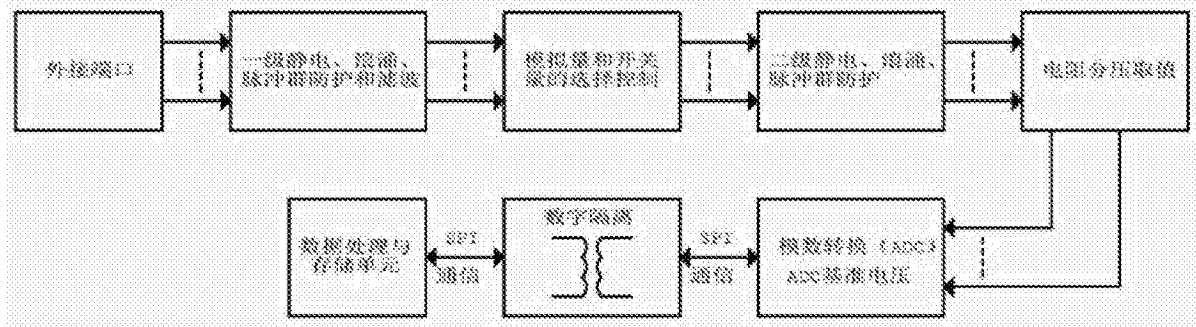
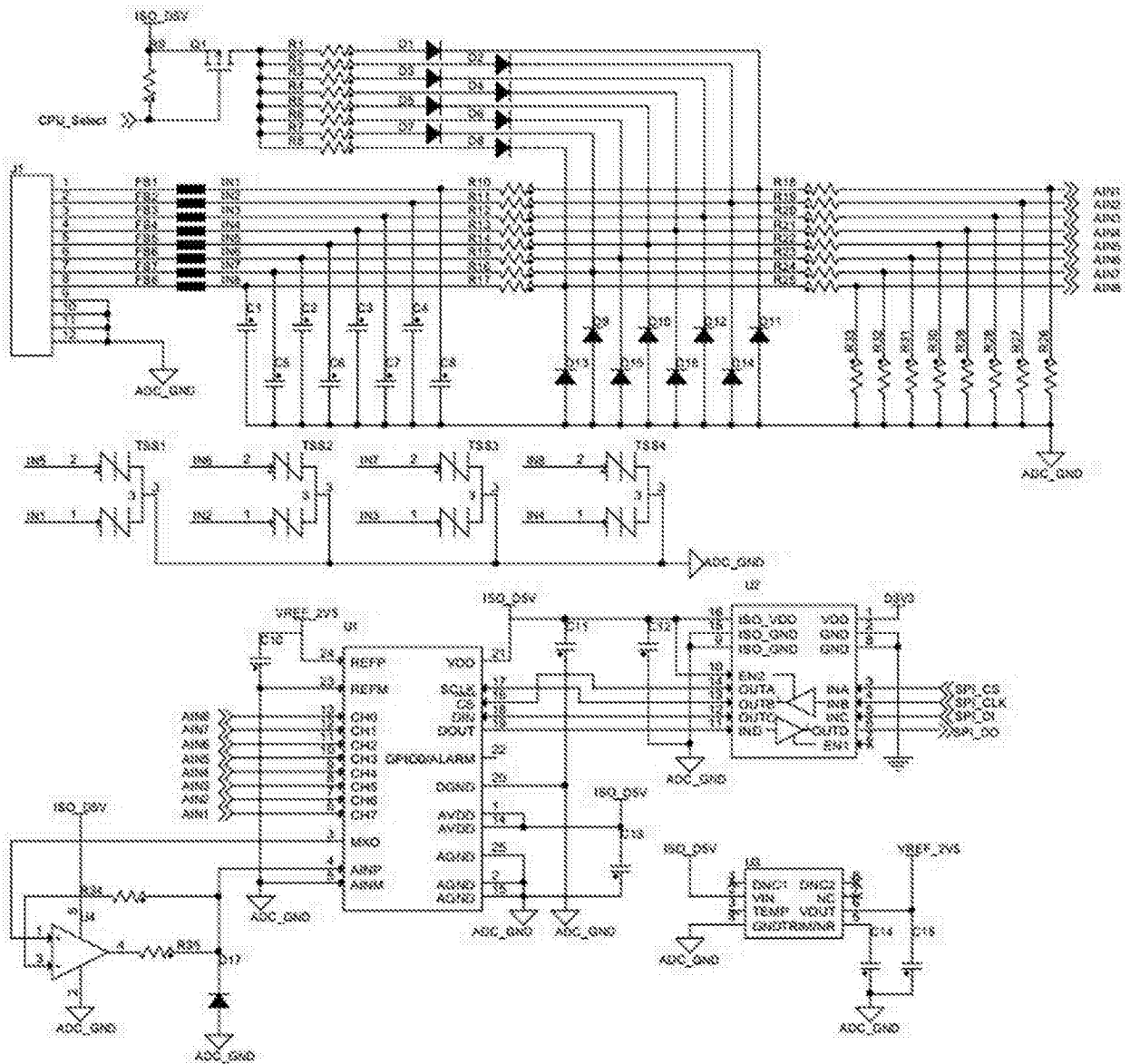


图 1



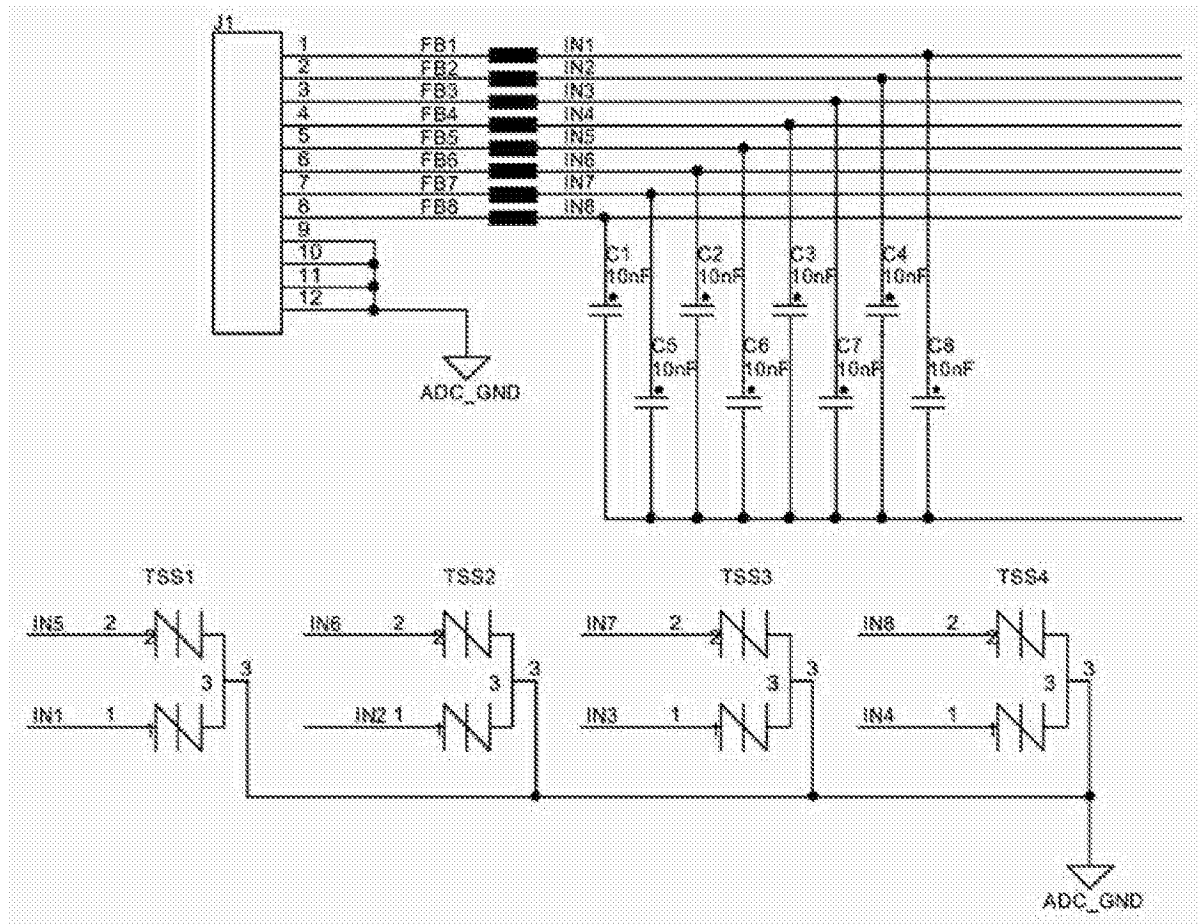


图 3

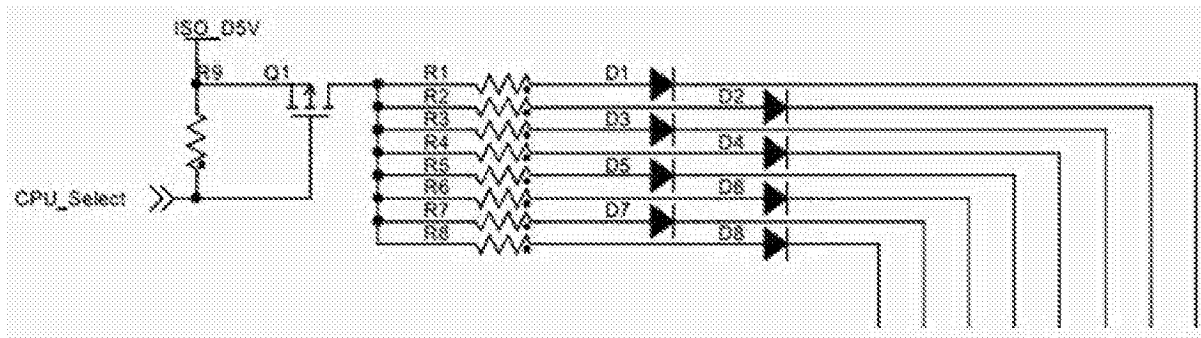


图 4

