



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106877278 B

(45)授权公告日 2019.04.09

(21)申请号 201611239263.3

(22)申请日 2016.12.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106877278 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(73)专利权人 武汉智能控制工业技术研究院有  
限公司

地址 430040 湖北省武汉市东西湖区将军  
路宏图大道8号武汉客厅C展厅

专利权人 华中科技大学

(72)发明人 杨立志 吴棋 涂复华 侯义朋  
沈德智 唐小琦

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 鲁力

(51)Int.Cl.

H02H 3/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 102170103 A,2011.08.31,  
CN 102170103 A,2011.08.31,  
CN 102684652 A,2012.09.19,  
CN 102098032 A,2011.06.15,  
CN 105262468 A,2016.01.20,  
US 2015346239 A1,2015.12.03,

审查员 常柯阳

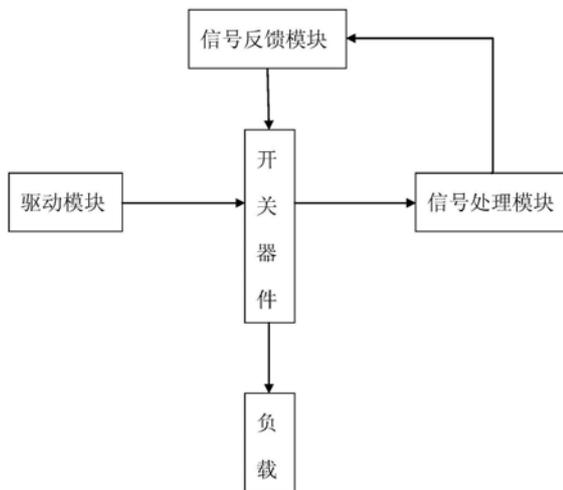
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种基于负载检测的电路过载保护系统及  
保护方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于负载检测的电路过载  
保护系统及保护方法。包括:开关驱动模块:为开  
关器件提供驱动电压;开关器件:与负载连接以  
及开关驱动模块连接,采用电力电子器件,用于  
控制负载的开合和关闭;信号处理模块:与开关  
器件连接,用于采集负载电路信号,并将负载与  
预设最大负载进行比较,并将控制信号输出至信  
号反馈模块;信号反馈模块:根据信号处理模块  
的输出结果向开关驱动模块发出控制开关驱动  
信号,开关驱动模块接收控制开关驱动信号并控  
制开关器件动作。本发明电压比较反应灵敏,能  
快速检测到MOS管的管压降及时作出反应,能有  
效的避免温升,省去了体积较大的散热片,长期  
处于保护状态时不会损坏功率MOS。



1. 一种基于负载检测的电路过载保护系统,其特征在于,包括:

开关驱动模块:为开关器件提供驱动电压;

开关器件:与负载连接以及开关驱动模块连接,采用电力电子器件,用于控制负载的开合和关闭;

信号处理模块:与开关器件连接,用于采集负载电路信号,并将负载与预设最大负载进行比较,并将控制信号一输出至信号反馈模块;

信号反馈模块:根据信号处理模块的控制信号一向开关器件发出控制信号二,开关器件接收控制信号二并控制开关器件动作;

所述信号处理模块包括电流检测电路、采样分压电路和电压比较器;

电流检测电路包括电阻R13,电阻R14,电阻R17,电阻R18,以及电阻R19,以及运算放大器U1C,接线方式依次是:电阻R13一端接在PMOS1的漏极,另一端接在运算放大器U1C的反向输入端;电阻R14一端接在运算放大器U1C的反向输入端,另一端接在U1C的输出端;电阻R17一端接在电源正极,另一端接在运算放大器U1C的同向输入端;电阻R18的一端接在运算放大器U1C的同向输入端,另一端和R19串联,R19的另一端接地;

所述采样分压电路包括二极管D5,双向触发二极管D6,电阻R12,电阻R15,以及电阻R16;采集到的模拟电压送到信号反馈模块的ADC的输入通道进行软件检测,接线方式依次是:电阻R15一端接在运算放大器U1C的输出端,另一端与电阻R16串联后,还与R12的一端连在一起,与双向触发二极管D6的3引脚相连,R12的另外一端与二极管D5的负极相连,R16的另一端接地,D5的正极连接在运算放大器U1B的输出端,双向触发二极管D6的1脚和2脚分别接地和电源正极;

所述电压比较器包括R20,以及运算放大器U1D,用于比较功率管两端的压降,结果送到施密特触发器同相端,接线方式依次是:电阻R20的一端接在PMOS1的源极,另一端接在运算放大器U1D的反向输入端,运算放大器U1D的同向输入端接在运算放大器U1C的输出端,运算放大器U1D的输出端接在D2的正极,D2的负极接在电阻R10的一端,R10的另一端接在运算放大器U1B的同向输入端;

所述信号反馈模块为一个施密特触发器,所述施密特触发器包括电阻R5,电阻R6,电阻R7,电阻R8,二极管D1,二极管D3,二极管D4,以及运算放大器U1B,电压比较器的输出作为施密特触发器的同相输入,最终控制功率MOS管PMOS1的开关;接线方式依次是:电阻R6的一端接在运算放大器U1B的同向输入端,另一端接地;电阻R8的一端接在运算放大器U1B的同向输入端,另一端接在D4的负极,D4的正极接在运算放大器U1B的输出端,运算放大器U1B的输出端接在D3的正极,D3的负极接在PMOS1的栅极上;电阻R7的一端接在运算放大器U1A的输出端,另一端接在运算放大器U1B的反向输入端,电阻R5的一端接在运算放大器U1B的反向输入端,另一端接在电源正极,D1的负极接在运算放大器U1B的反向输入端,正极与运算放大器U1A的输出端相连。

2. 根据权利要求1所述的一种基于负载检测的电路过载保护系统,其特征在于,所述开关驱动模块包括输入驱动部分以及与输入驱动部分连接的运算放大器U1A;所述输入驱动部分包括电阻R1,电阻R2,电阻R3,电阻R4,运算放大器U1A接成电压比较器的形式,接收来自主电路的控制信号,输出高电压或者低电压;所述电阻R1,电阻R2,电阻R3,电阻R4的接线方式依次是:电阻R1的一端接收MCU的控制电平,另一端接运算放大器U1A的反向输入端;电

阻R2的一端接运算放大器U1A的反向输入端,另一端接地;电阻R3的一端接电源正极,另一端接运算放大器U1A的同向输入端;电阻R4的一端接地,另一端接运算放大器U1A的同向输入端。

3.一种采用权利要求2所述的基于负载检测的电路过载保护系统进行电路过载保护方法,其特征在于,包括:

步骤1,开关驱动模块接收来自于主电路的数字信号根据该数字信号的高低电平选择执行:

选择执行一:当开关驱动模块输出高电平,PMOS1场效应管关断,步骤结束;

选择执行二:当开关驱动模块输出低电平,PMOS1场效应管导通,并继续执行下一步骤;

步骤2,PMOS1管导通后电流经过采样电阻SR1,流进负载;

步骤3,运算放大器U1C的反相输入端对采样电阻SR1的电压实时监测,输出模拟电压信号,一路用作运算放大器U1D的同相输入端电压,另一路经过分压电阻R15,R16送到主电路的ADC引脚采样;

步骤4,运算放大器U1D的反向输入端信号来自于PMOS1管的源极,与运算放大器U1D的同相输入端电压进行比较,并根据比较结果执行:

执行一:正常工作时,电压比较器输出负压,二极管D2截止,施密特触发器输出低电压,对输出端没有影响;

执行二:负载过大,采样电阻两端的电压分压增大,电流采样电路、运算放大器U1C输出端输出较大的模拟电压信号,运算放大器U1D输出高电压,此时二极管D2导通,施密特触发器的同相端被钳位在高电压,输出高电压关断PMOS1管;同时可以通过主电路监测电流检测电路的输出端,软件监测是否过流,是否需要关断驱动电路。

## 一种基于负载检测的电路过载保护系统及保护方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及重载输出硬件过流保护电路,尤其是涉及一种基于负载检测的电路过载保护系统及保护方法。

### 背景技术

[0002] 在做电动汽车智能开关箱的时候,给重载设备通电断电。需要控制重载设备的过载保护。

[0003] 目前市面上的重载输出端采用2种方式:

[0004] 1.继电器作为重载输出端,当前市面上继电器的体积较大,不利于轻量化,触点动作的时候不但会有噪声信号,还会向外辐射磁场干扰,对精密电路存在干扰。

[0005] 2.场效应管作为重载输出端,当前市面上的场效应管输出解决了噪声干扰,但会存在MOS管发热,温升高。当过载时,MOS管启动保护,但在实际应用中过载后流经负载的电源并不稳定,此时MOS管会产生开关振荡,极易损坏功率MOS管。

### 发明内容

[0006] 本发明主要是解决现有技术所存在的技术问题;提供了一种在发生过载时,会自动关断功率MOS管,采用电压比较器作为施密特触发器的输入,可以在电流过流时即将输出到负载的时候,施密特触发电路就已经将功率MOS关断的基于负载检测的电路过载保护系统及保护方法。

[0007] 本发明还有一目的是解决现有技术所存在的技术问题;提供了一种电压反应灵敏,能快速检测到MOS管的管压降并及时作出反应的基于负载检测的电路过载保护系统及方法。能有效的避免MOS管温升,省去了体积较大的散热片,长期处于保护状态时不会损坏功率MOS管。

[0008] 本发明再有一目的是解决现有技术所存在的技术问题;提供了一种当负载等效阻值达到设定的临界阻值时,MOS管的开关振动极小的基于负载检测的电路过载保护系统及保护方法。对于大的容性负载,通过引入RC充放电网络能够缓冲启动或停止开关器件,减小对用电器的冲击。

[0009] 本发明的上述技术问题主要是通过下述技术方案得以解决的:

[0010] 一种基于负载检测的电路过载保护系统,其特征在于,包括:

[0011] 开关驱动模块:为开关器件提供驱动电压;

[0012] 开关器件:与负载连接以及开关驱动模块连接,采用电力电子器件,用于控制负载的开合和关闭;

[0013] 信号处理模块:与开关器件连接,用于采集负载电路信号,并将负载与预设最大负载进行比较,得到控制信号输出至信号反馈模块;

[0014] 信号反馈模块:根据信号处理模块的输出结果向开关器件发出控制信号,开关器件接收控制信号并控制开关器件动作。

[0015] 在上述的一种基于负载检测的电路过载保护系统,所述开关驱动模块包括输入驱动部分以及与输入驱动部分连接的运算放大器U1A;所述输入驱动部分包括电阻R1,电阻R2,电阻R3,电阻R4。运算放大器U1A接成电压比较器的形式,接收来自主电路的控制信号,输出高电压或者低电压;所述电阻R1,电阻R2,电阻R3,电阻R4的接线方式依次是:电阻R1的一端接收MCU的控制电平,另一端接运算放大器U1A的反向输入端。电阻R2的一端接运算放大器U1A的反向输入端,另一端接地。电阻R3的一端接电源,另一端接运算放大器U1A的同向输入端。电阻R4的一端接地,另一端接运算放大器U1A的同向输入端。

[0016] 在上述的一种基于负载检测的电路过载保护系统,所述开关器件包括P沟道场效应管部分以及与P沟道场效应管部分连接的缓冲启动部分;所述P沟道场效应管部分包括电阻R9,功率MOS管PMOS1,以及采样电阻SR1;缓冲启动部分包括电阻R11和电容C1,用来防止电源接通和断开瞬间,MOS管瞬间导通或关断对负载产生较大的冲击;所述P沟道场效应管部分和缓冲启动部分的接线方式依次是:电阻R9的一端连接在驱动模块运放U1A的输出端,另一端接在PMOS1的栅极后还与R11和C1的一端相连,R11和C1的另一端接在电源正极上。电阻SR1一端接在PMOS1的漏极,另一端接在电源正极上。

[0017] 在上述的一种基于负载检测的电路过载保护系统,所述信号处理模块包括电流检测电路、采样分压电路和电压比较器;

[0018] 所述实时监测流经采样,包括电阻R13,电阻R14,电阻R17,电阻R18,以及电阻R19,以及运算放大器U1C,接线方式依次是:电阻R13一端接在PMOS1的漏极,另一端接在运算放大器U1C的反向输入端。电阻R14一端接在运算放大器U1C的反向输入端,另一端接在U1C的输出端。电阻R17一端接在电源正极,另一端接在运算放大器U1C的同向输入端。电阻R18的一端接在运算放大器U1C的同向输入端,另一端和R19串联,R19的另一端接地。

[0019] 所述采样分压电路包括二极管D5,双向触发二极管D6,电阻R12,电阻R15,以及电阻R16;采集到的模拟电压送到信号反馈模块的ADC的输入通道进行软件检测,接线方式依次是:电阻R15一端接在运算放大器U1C的输出端,另一端与电阻R16串联后,还与R12的一端连在一起,与D6的3引脚相连,R12的另外一端与二极管D5的负极相连,R16的另一端接地,D5的正极连接在运算放大器U1B的输出端,D6的1脚和2脚分别接地和电源正。

[0020] 所述电压比较器包括R20,R10,D2以及运算放大器U1D,用于比较功率管两端的压降,结果送到施密特触发器同相端,接线方式依次是:电阻R20的一端接在PMOS1的源极,另一端接在运算放大器U1D的反向输入端,运算放大器U1D的同向输入端接在运算放大器U1C的输出端,运算放大器U1D的输出端接在D2的正极,D2的负极接在电阻R10的一端,R10的另一端接在运算放大器U1B的同向输入端。

[0021] 在上述的一种基于负载检测的电路过载保护系统,所述信号反馈模块为一个施密特触发器,所述施密特触发器包括电阻R5,电阻R6,电阻R7,电阻R8,二极管D1,二极管D3,二极管D4,以及运算放大器U1B,比较器的输出作为施密特触发器的同相输入,最终控制功率MOS管PMOS1的开关。接线方式依次是:电阻R6的一端接在运算放大器U1B的同向输入端,另一端接地。电阻R8的一端接在运算放大器U1B的同向输入端,另一端接在D4的负极,D4的正极接在运算放大器U1B的输出端,运算放大器U1B的输出端接在D3的正极,D3的负极接在PMOS1的栅极上。电阻R7的一端接在运算放大器U1A的输出端,另一端接在运算放大器U1B的反向输入端,电阻R5的一端接在运算放大器U1B的反向输入端,另一端接在电源正极,D1

的负极接在运算放大器U1B的反向输入端,正极与运算放大器U1A的输出端相连。

[0022] 一种基于负载检测的电路过载保护方法,其特征在于,包括:

[0023] 步骤1,开关驱动模块接收来自于主电路的数字信号根据该数字信号的高低电平选择执行:

[0024] 选择执行一:当驱动模块输出高电平,PMOS1场效应管关断,步骤结束;

[0025] 选择执行二:当驱动模块输出低电平,PMOS1场效应管导通,并继续执行下一步骤;

[0026] 步骤2,PMOS1管导通后电流经过采样电阻SR1,流进负载。

[0027] 步骤3,电流采样电路U1C的反相输入端对采样电阻SR1的电压实时监测,输出模拟电压信号,一路用作电压比较器U1D的同相输入端电压,另一路经过分压电阻R15,R13送到主电路的ADC引脚采样。

[0028] 步骤4,电压比较器的反向输入端信号来自于PMOS1管的输出端,与U1D的同相输入端电压进行比较,,并根据比较结果执行:

[0029] 执行一:正常工作时,电压比较器输出负压,二极管D2截止,施密特触发器输出低电压,对输出端没有影响。

[0030] 执行二:负载过大,采样电阻两端的电压分压增大,电流采样电路U1C输出端输出较大的模拟电压信号,电压比较器U1D输出高电压,此时二极管D2导通,施密特触发器的同相端被钳位在高电压,输出高电压关断PMOS1管。同时可以通过主电路监测电流检测电路的输出端,软件监测是否过流,是否需要关断驱动电路。

[0031] 因此,本发明具有如下优点:具有过载保护,过流保护。在发生过流或者负载短路时,会自动关断功率MOS管,采用电压比较器作为施密特触发器的输入,可以在电流过流时即将输出到负载的时候,施密特触发电路就已经将功率MOS关断。单门限电压比较器反应灵敏,能快速检测到MOS管的管压降及时作出反应,能有效的避免温升,省去了体积较大的散热片,长期处于保护状态时不会损坏功率MOS。当过载电流达到设定的临界值时,MOS管的开关振动极小。对于较大的容性负载,通电或关断的瞬间会对用电器的冲击较大,本电路引入RC充放电网络能够缓冲启动或停止。

## 附图说明

[0032] 附图1是本发明的硬件连接结构示意图。

[0033] 附图2是本发明中开关驱动模块电路拓扑图。

[0034] 附图3是本发明中开关器件的电路拓扑图。

[0035] 附图4是本发明中信号处理模块的电流检测电路拓扑图。

[0036] 附图5是本发明中信号处理模块的采样分压电路拓扑图。

[0037] 附图6是本发明中信号处理模块的电压比较器电路拓扑图。

[0038] 附图7是本发明中信号反馈模块电路拓扑图。

[0039] 附图8是在PMOS场效应管的源极放置的探针所观察到的负载电压随时间的变化值。

[0040] 附图9在PMOS场效应管的源极放置的探针所观察到的负载电压随时间的变化值(将等效负载阻值改为0.1欧姆(重度过载))。

[0041] 附图10在PMOS场效应管的源极放置的探针所观察到的负载电压随时间的变化值

(将等效负载阻值改为0.9欧姆(轻度过载))。

### 具体实施方式

[0042] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0043] 本实施例提供的重载保护方法基于以下硬件环境,整个环境结构如图1所示:

[0044] 主控制电路基于STM32F303VCT6的PE0管脚作为保护电路的控制;选用IPD042P03的PMOS作为开关器件;电路设计负载阻值1.13欧姆为临界保护值,本实施例分别选用0.1,0.5,0.9欧姆作为等效负载,根据设计应都会触发重载保护。并在PMOS场效应管的源极放置一个探针用于实时观测电压。

[0045] 本实施例的仿真结果。

[0046] 采用本实施例提供的上述基于负载检测的重载保护方法具体工作流程如下:

[0047] 1.由主电路的STM32F303VCT6的PE0管脚输出高电平,经过运放U1A输出低电平,至开关电路模块。

[0048] 2.开关模块的PMOS管栅极接收到驱动模块运放U1A的低电平输入,至使PMOS1管导通,电流经过SR1,PMOS1流进等效负载。SR1、等效负载上产生压降。

[0049] 3.由于本实施例所带的等效负载阻值小于设定的临界负载阻值,SR1上的压降偏大,并作为运放U1C的输入,使之产生一个较大的模拟量输出至U1D的同向端,大于U1D反向输入端的电压,使之输出一个高电平至信号反馈模块。

[0050] 4.信号反馈模块收到信号处理模块电压比较器U1D的高电平输出,至

[0051] 施密特触发器,导致施密特触发器输出高电平。高电平送至开关模块的PMOS1管栅极,关断PMOS1管。

[0052] 图8为在PMOS场效应管的源极放置的探针所观察到的负载电压随时间的变化值。可以看到保护响应时间约为20us,电压无震荡,仿真效果完全符合预期。

[0053] 分别将等效负载阻值改为0.1欧姆(重度过载)、0.9欧姆(轻度过载),重复上述实验过程,得到图9、图10所示结果图,符合预期。

[0054] 二、本发明的工作原理如下:

[0055] 驱动模块接收来自于主电路的GPIO控制信号“0”或者“1”,输出高电平或者输出低电平。当电压比较器U1A输出高电平,PMOS1场效应管关断,电压比较器输出低电平PMOS1场效应管导通。PMOS1管导通后电源经过采样电阻SR1,流进负载。电流采样电路U1C的反相输入端对采样电阻SR1的电压实时监测,输出模拟电压信号,一路用作电压比较器U1D的同相输入端电压,另一路经过分压电阻R15,R13送到主电路的ADC引脚采样。电压比较器的反向输入端信号来自于MOS管的输出端,与U1D的同相输入端电压进行比较。正常工作时,电压比较器U1D输出负压,D2截止,施密特触发器输出低电压,D3截止,对输出端没有影响;负载过大时(若将负载等效为电阻话,即负载阻值过小),采样电阻SR1两端的电压分压增大,电流采样电路U1C输出端输出较大的模拟电压信号,电压比较器U1D输出高电压,此时D2导通,施密特触发器的同相端被钳位在高电压,D3导通,输出高电压关断PMOS1管。同时可以通过主电路的ADC电流采样电路监测U1C的输出端,软件监测是否过流,是否需要关断驱动电路。

[0056] 缓冲启动关断电路由R11和C1构成,用来防止电源接通和断开瞬间,MOS管瞬间导通或关断对负载产生较大的冲击。

[0057] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

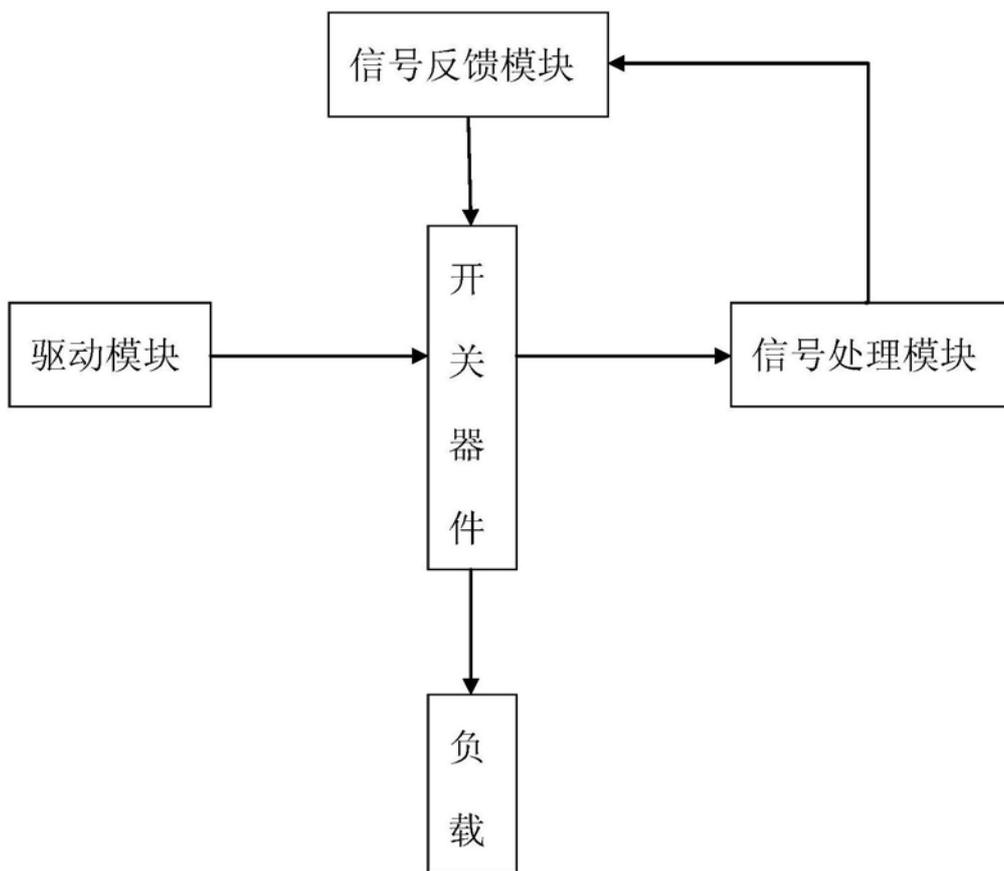


图1

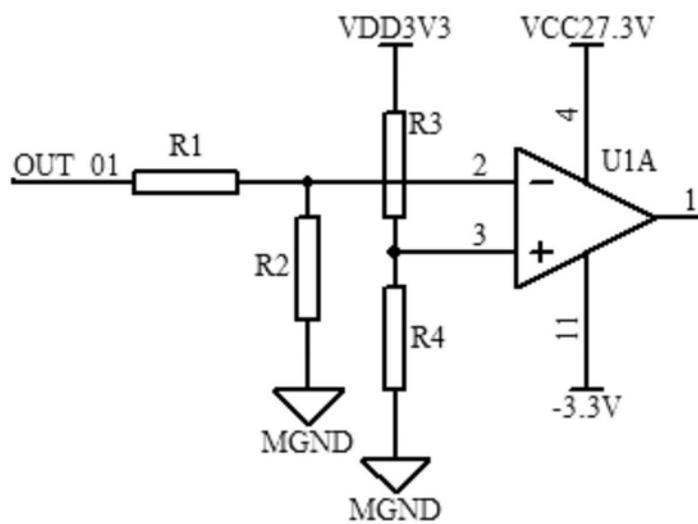


图2

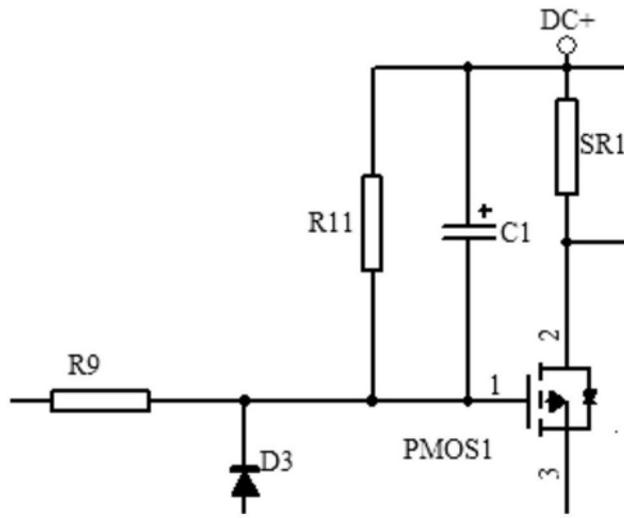


图3

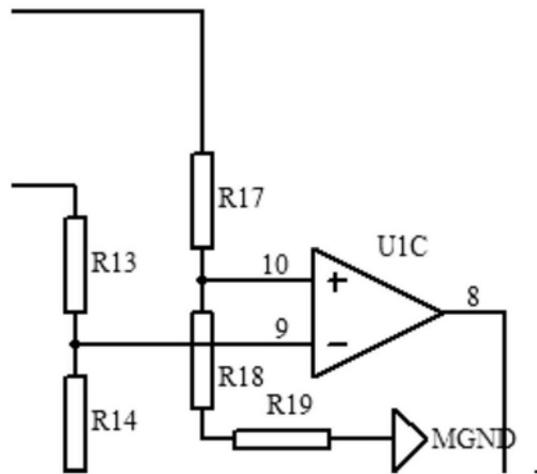


图4

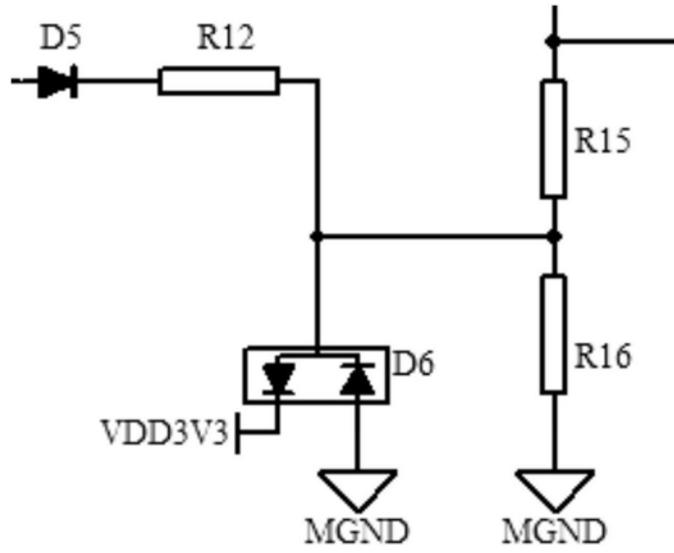


图5

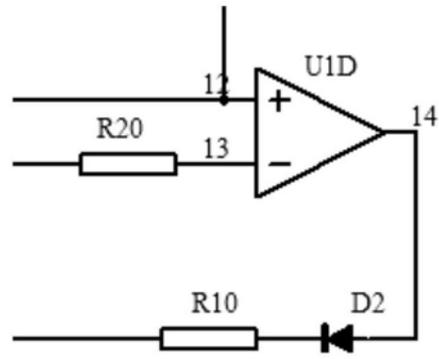


图6

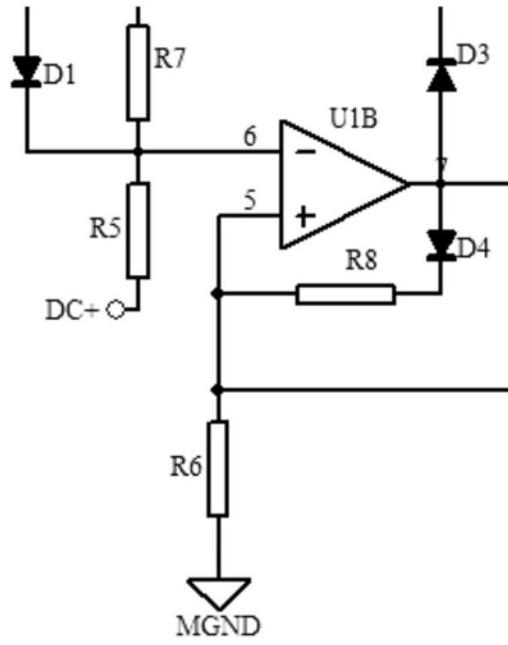


图7

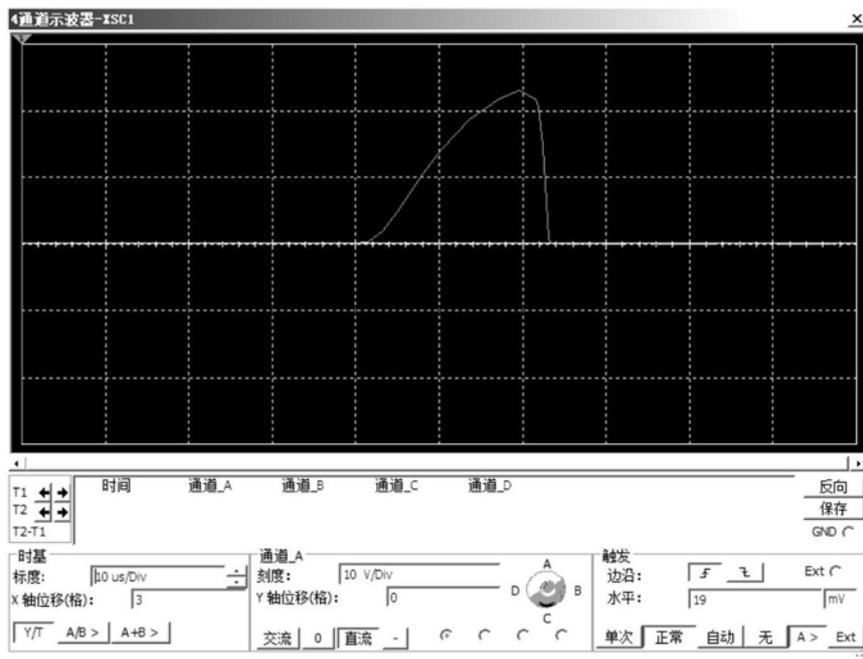


图8

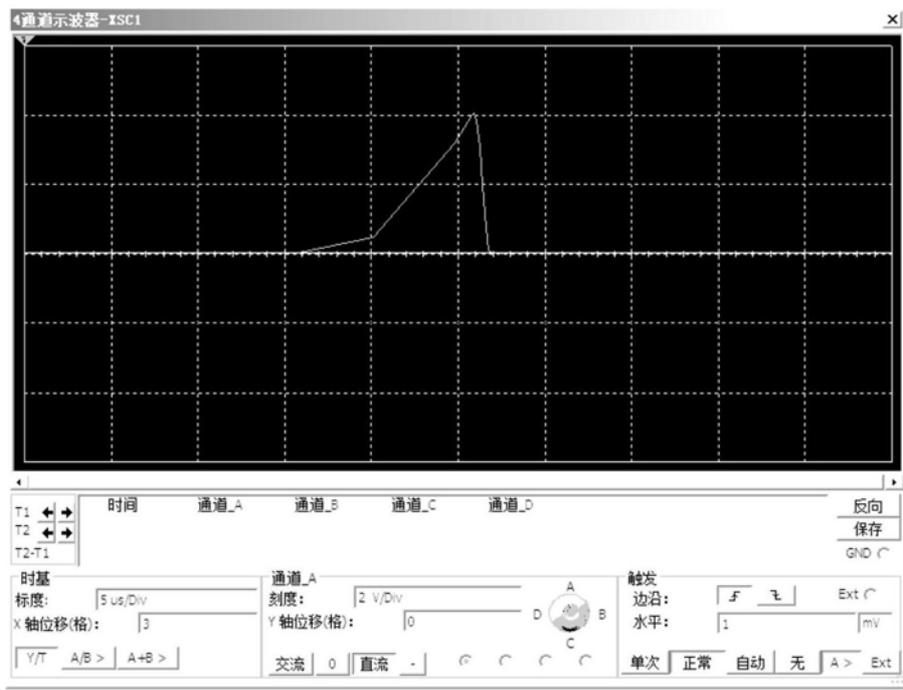


图9

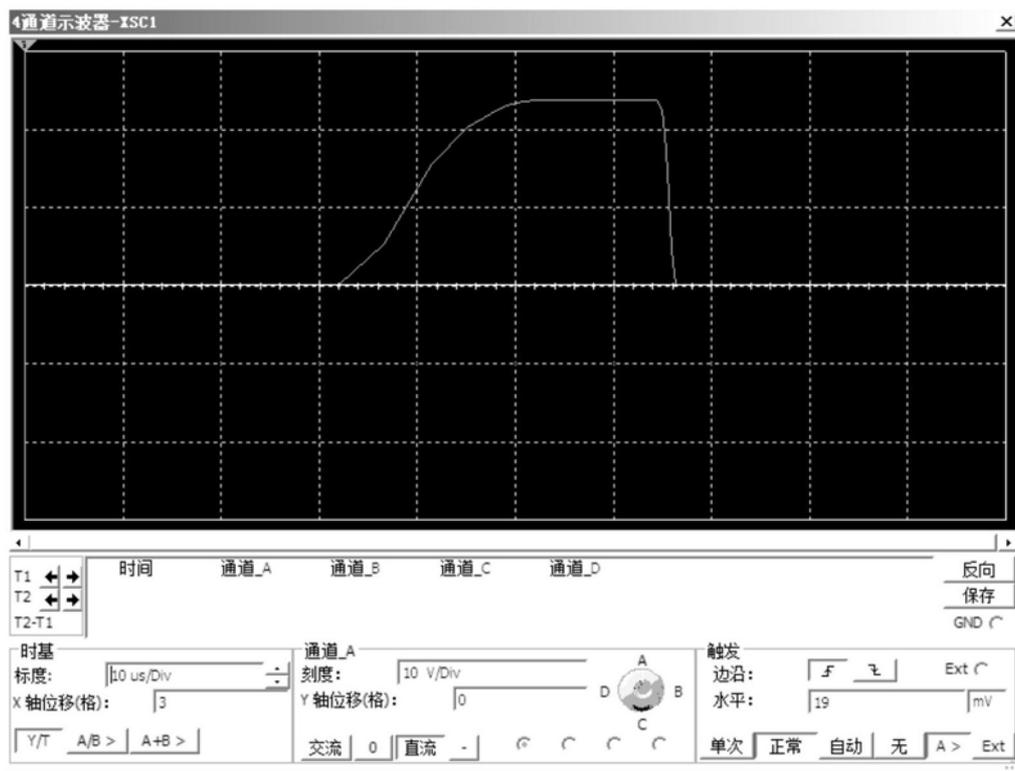


图10