



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103475230 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201310407814. 2

H02H 3/04 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 09. 09

(71) 申请人 河海大学常州校区

地址 213022 江苏省常州市晋陵北路 200 号

申请人 常州市良久机械制造有限公司

(72) 发明人 陈秉岩 杨通 朱昌平 费峻涛

周国华 张福章 周娟 单鸣雷

高远 李建 汤一彬 吴亭苇

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司

公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

H02M 3/335 (2006. 01)

G05G 1/46 (2008. 04)

H02H 3/08 (2006. 01)

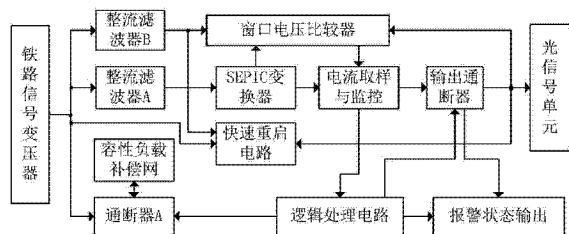
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

铁路信号机状态监控和稳恒供电单元

(57) 摘要

本发明公开了一种铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,包括与铁路信号变压器输出端连接的两个整流滤波器电路和第一通断器电路;SEPIC 变换器电路、电流取样与监控电路、窗口电压比较器电路、快速重启电路,逻辑处理电路和第二通断器,第二通断器输出端连接光信号单元和报警状态输出电路。本发明的电路可实时应对多种突发情况,改善了信号机的可靠性。当铁路信号机的LED灯损坏率达到30%时,保持光信号单元继续工作的同时,向中控室发回报警信号;当铁路信号机中的LED灯损坏率超过50%时,强制关闭光信号单元的同时,向中控室发回报警信号;当铁路信号机出现短路、欠压、断路等异常情况时,关断铁路信号机,并向中控室发回报警信号。



1. 一种铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,包括与铁路信号变压器的输出端连接的第一整流滤波器、第一整流滤波器和第一通断器电路;第一整流滤波器的输出端连接 SEPIC 变换器电路,SEPIC 变换器电路输出端连接电流取样与监控电路和窗口电压比较器电路,快速重启电路与铁路信号变压器输出端、第二整流滤波器和输出通断器的输出端连接,电流取样与监控电路的输出端连接逻辑处理电路和第二通断器,第二通断器输出端连接输出通断控制电路和窗口电压比较器电路,输出通断器输出端连接光信号单元;第二整流滤波器电路的输出端连接窗口电压比较器电路的输入端,窗口电压比较器电路的输出端连接逻辑处理电路,逻辑处理电路的输出端连接第一通断器、第二通断器和报警状态输出电路;第一通断器的输出端连接容性负载补偿网电路。

2. 根据权利要求 1 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

所述第一、第二整流滤波器的电路中,将铁路信号变压器输出的第二端 AC2 接自恢复保险丝 F 后与第一端 AC1 作为供电电源输入电路;

两电力线 AC1-AC2 和地之间连接有安全电容;两电力线之间接压敏电阻 RV1;两电力线之间跨接两组整流电路;

所述第一整流滤波器中,所述第一端 AC1、第二端 AC2 与整流桥 BR1 连接后,通过滤波后输出一个高电压 VH+;

所述第二整流滤波器中,所述第一端 AC1、第二端 AC2 与整流桥 BR 连接后,通过滤波及分压后分别输出电压 DV 和 DV1。

3. 根据权利要求 2 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

所述第一整流滤波器输出电压 VH+ 分别连接至所述 SEPIC 变换器电路中的一晶体管 T1 的漏极;晶体管 T1 的源极连接控制器 U1 的 VCC 引脚,为控制器 U1 供电;高电压 VH+ 通过连接至控制器 U1 的控制端,控制控制器 U1 的起停;功率开关管 QP 的源极连接外部电阻网络,同时通过电阻 RS3 连接控制器 U1 的 Sense 引脚,监视功率开关管电流;控制器 U1 的 Ngate 引脚连接功率开关管 QP 的栅极,输出栅极驱动电压驱动功率开关管 QP;输出电压 VP1 经过第一电阻分压网络连接到控制器 U1 的 Vfb 引脚,提供反馈信号;所述 SEPIC 变换器电路中设置两个输出电流取样点。

4. 根据权利要求 3 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

将所述 SEPIC 变换器电路的输出电压 VP1 连接到所述电流取样与监控电路中的芯片的一引脚上,为芯片供电;所述 SEPIC 变换器电路的输出电流分别连接至芯片的另外两个引脚上;所述 SEPIC 变换器电路的输出电压 VP1 同时通过第二电阻分压网络以及三端可调分流基准源 TRE 获得参考电压 VCSA 和 VCSB;

所述电流取样与监控电路中还包含两个比较器,两个比较器中的第 6A 比较器的同相端、第 6B 比较器的反相端均与芯片的输出端连接,第 6A 比较器的反相端连接参考电压 VCSA,第 6B 比较器的同相端连接参考电压 VCSB;

所述第 6A 比较器、第 6B 比较器的输出端连接至所述逻辑处理电路中。

5. 根据权利要求 3 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,将所述 SEPIC 变换器电路的输出电压 VP1 经过所述窗口电压比较电路中的第三电阻分压网络及三端可调分流基准源 T2 获得窗口电压比较电路的上限电压值 Vref1 和下限电压值 Vref2;将供电电压 VP 分压后连接第四比较器 U4 的一输入引脚 IN+,下限电压值 Vref2 连接第四比较

器 U4 的另一输入引脚 IN- ;将所述整流滤波器 B 的输出电压 DV1 分别与上限电压值 Vref1 和下限电压值 Vref2 比较,当电压 DV1 大于上限电压值 Vref1 时,输出端 L 的状态不受供电电压 VP 状态影响,输出端 L 输出高电平 ;当电压 DV1 小于上限电压值 Vref1 而大于下限电压值 Vref2 时,输出端 L 的状态由供电电压 VP 决定,如果供电电压 VP 为有效即负载工作时,则输出端 L 输出高电平,如果供电电压 VP 为 0 即无负载时,输出端 L 输出低电平 ;当 DV1 小于下限电压值 Vref2 时,无论是否带载,输出端 L 为 0 ;所述输出端 L 与所述输出通断控制电路连接。

6. 根据权利要求 4 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,所述逻辑处理电路中的判断逻辑为 :

当 LED 灯损坏率达到 30% 但未达到 50% 时,所述电流取样与监控电路中的第 6A 比较器的输出端 A 为低电平,第 6B 比较器输出端 B 为低电平 ;

当 LED 灯损坏率达到 50% 时,第 6A 比较器的输出端 A 为低电平,第 6B 比较器输出端 B 为高电平。

7. 根据权利要求 6 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

所述电流取样与监控电路中的第 6A 比较器的输出端 A 连接到所述报警状态输出电路中的晶体管 T8 的栅极,晶体管 T8 的集电极与继电器 JK1 连接,所述继电器 JK1 触发报警信号。

8. 根据权利要求 6 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

所述输出通断控制电路与所述窗口电压比较电路连接,所述输出通断控制电路中包含由所述窗口电压比较电路中的输出端 L 及辅助点控制导通或截止的多个开关管 ;

当 LED 损坏率低于 50% 时,通过所述开关管使输出端 L 与负载之间保持接通 ;

当 LED 损坏率达到 50% 时,通过所述开关管使输出端 L 与负载之间被断开。

9. 根据权利要求 6 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

所述容性负载补偿网电路中包括对所述两组整流电路进行容性补偿的投切端 ;当 LED 灯工作正常时,投入第一组容性负载补偿网,增大电流使中控室电流继电器吸合 ;当 LED 灯损坏率达到 30% 时,投切第二组容性负载补偿网,补偿由于 LED 灯损坏引起的电流减小 ;当 LED 灯损坏率达到 50% 时,切除两组容性负载补偿网,断开中控室的电流继电器 ;当出现过流、欠压、断路情况时,断开中控室的电流继电器,发出报警信号。

10. 根据权利要求 1 所述的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,

所述的快速重启电路,包括输入电压监测电路、开关驱动电路、第一开关管和第二开关管 ;输入电压监测电路与铁路信号变压器的输出端连接,开关驱动电路分别连接第一开关管和第二开关管的栅极,第一开关管的漏极和源极端分别与第二整流滤波器的输出端和地线连接,第二开关管的漏极和源极端分别与系统供给负载的供电电压和地线连接 ;当铁路信号变压器上电瞬间,第一和第二开关管均处于截止状态 ;当铁路信号变压器掉电的瞬间,第一和第二开关管均从截止状态过渡到导通状态,将系统残存的电压快速释放。

## 铁路信号机状态监控和稳恒供电单元

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,属于电路技术领域。

### 背景技术

[0002] 目前,国内普遍采用工频铁路信号变压器(如 BXI-34 型)对铁路信号机的发光单元(如白炽灯、LED 发光盘等)供电。由于铁路信号变压器的输出电压会受到输入电压波动和安装距离的影响而变化,在实际应用中,很容易影响发光单元和状态监测电路的工作状态,甚至会造成信号机发光亮度变化,监控电路错误动作等严重后果。

[0003] 当安装距离变化很大时,虽然可以通过改变铁路信号变压器的接线方式,在一定程度上消除 AC220V 的线路电压衰减。但这种通过接线方式的调整是不连续的,调整范围非常有限,并且会造成连线复杂等问题;同时,通过铁路信号变压器的连线调节方式根本无法应对输入电网电压短时间内的波动。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是克服现有技术中的缺陷,设计一种性能可靠的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,这种铁路信号机状态监控和稳恒供电单元需具有以下功能:可以在既定输入电压范围内适应连续或不连续电压变化,恒定输出预定电压,可以准确的自动检测信号机的故障状态、输入电压状态、输出电流状态等参数,并进行相应的状态自动调整,具有快速反复启动功能,并能发出故障报警。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种铁路信号机状态监控和稳恒供电单元,其特征是,包括与铁路信号变压器的输出端连接的第一整流滤波器、第一整流滤波器和第一通断器电路;第一整流滤波器的输出端连接 SEPIC 变换器电路,SEPIC 变换器电路输出端连接电流取样与监控电路和窗口电压比较器电路,快速重启电路与铁路信号变压器输出端、第二整流滤波器和输出通断器的输出端连接,电流取样与监控电路的输出端连接逻辑处理电路和第二通断器,第二通断器输出端连接输出通断控制电路和窗口电压比较器电路,输出通断器输出端连接光信号单元;第二整流滤波器电路的输出端连接窗口电压比较器电路的输入端,窗口电压比较器电路的输出端连接逻辑处理电路,逻辑处理电路的输出端连接第一通断器、第二通断器和报警状态输出电路;第一通断器的输出端连接容性负载补偿网电路。

[0006] 所述第一、第二整流滤波器的电路中,将铁路信号变压器输出的第二端 AC2 接自恢复保险丝 F 后与第一端 AC1 作为供电电源输入电路;

[0007] 两电力线 AC1-AC2 和地之间连接有安全电容;两电力线之间接压敏电阻 RV1;两电力线之间跨接两组整流电路;

[0008] 所述第一整流滤波器中,所述第一端 AC1、第二端 AC2 与整流桥 BR1 连接后,通过滤波后输出一个高电压 VH+;

[0009] 所述第二整流滤波器中,所述第一端 AC1、第二端 AC2 与整流桥 BR 连接后,通过滤

波及分压后分别输出电压 DV 和 DV1。

[0010] 所述第一整流滤波器输出电压 VH+ 分别连接至所述 SEPIC 变换器电路中的一晶体管 T1 的漏极；晶体管 T1 的源极连接控制器 U1 的 VCC 引脚，为控制器 U1 供电；高电压 VH+ 通过连接至控制器 U1 的控制端，控制控制器 U1 的起停；功率开关管 QP 的源极连接外部电阻网络，同时通过电阻 RS3 连接控制器 U1 的 Sense 引脚，监视功率开关管电流；控制器 U1 的 Ngate 引脚连接功率开关管 QP 的栅极，输出栅极驱动电压驱动功率开关管 QP；输出电压 VP1 经过第一电阻分压网络连接到控制器 U1 的 Vfb 引脚，提供反馈信号；所述 SEPIC 变换器电路中设置两个输出电流取样点。

[0011] 将所述 SEPIC 变换器电路的输出电压 VP1 连接到所述电流取样与监控电路中的芯片 U5 的一引脚上，为芯片 U5 供电；所述 SEPIC 变换器电路的输出电流分别连接至 U5 的另外两个引脚上；所述 SEPIC 变换器电路的输出电压 VP1 同时通过第二电阻分压网络以及三端可调分流基准源 TRE 获得参考电压 VCSA 和 VCSB；

[0012] 所述电流取样与监控电路中还包含两个比较器，两个比较器中的第 6A 比较器的同相端、第 6B 比较器的反相端均与芯片 U5 的输出端连接，第 6A 比较器的反相端连接参考电压 VCSA，第 6B 比较器的同相端连接参考电压 VCSB；

[0013] 所述第 6A 比较器、第 6B 比较器的输出端连接至所述逻辑处理电路中。

[0014] 将所述 SEPIC 变换器电路的输出电压 VP1 经过所述窗口电压比较电路中的第三电阻分压网络及三端可调分流基准源 T2 获得窗口电压比较电路的上限电压值 Vref1 和下限电压值 Vref2；将供电电压 VP 分压后连接第四比较器 U4 的一输入引脚 IN+，下限电压值 Vref2 连接第四比较器 U4 的另一输入引脚 IN-；将所述整流滤波器 B 的输出电压 DV1 分别与上限电压值 Vref1 和下限电压值 Vref2 比较，当电压 DV1 大于上限电压值 Vref1 时，输出端 L 的状态不受供电电压 VP 状态影响，输出端 L 输出高电平；当电压 DV1 小于上限电压值 Vref1 而大于下限电压值 Vref2 时，输出端 L 的状态由供电电压 VP 决定，如果供电电压 VP 为有效即负载工作时，则输出端 L 输出高电平，如果供电电压 VP 为 0 即无负载时，输出端 L 输出低电平；当 DV1 小于下限电压值 Vref2 时，无论是否带载，输出端 L 为 0；所述输出端 L 与所述输出通断控制电路连接。

[0015] 所述逻辑处理电路中的判断逻辑为：

[0016] 当 LED 灯损坏率达到 30% 但未达到 50% 时，所述电流取样与监控电路中的第 6A 比较器的输出端 A 为低电平，第 6B 比较器输出端 B 为低电平；

[0017] 当 LED 灯损坏率达到 50% 时，第 6A 比较器的输出端 A 为低电平，第 6B 比较器输出端 B 为高电平。

[0018] 所述电流取样与监控电路中的第 6A 比较器的输出端 A 连接到所述报警状态输出电路中的晶体管 T8 的栅极，晶体管 T8 的集电极与继电器 JK1 连接，所述继电器 JK1 触发报警信号。

[0019] 所述输出通断控制电路与所述窗口电压比较电路连接，所述输出通断控制电路中包含由所述窗口电压比较电路中的输出端 L 及辅助点控制导通或截止的多个开关管；

[0020] 当 LED 损坏率低于 50% 时，通过所述开关管使输出端 L 与负载之间保持接通；

[0021] 当 LED 损坏率达到 50% 时，通过所述开关管使输出端 L 与负载之间被断开。

[0022] 所述容性负载补偿网电路中包括对所述两组整流电路进行容性补偿的投切端 SW、

SW1、SW2；当LED灯工作正常时，投入第一组容性负载补偿网，增大电流使中控室电流继电器吸合；当LED灯损坏率达到30%时，电容补偿网的SW和SW2接通，投切第二组容性负载补偿网，补偿由于LED灯损坏引起的电流减小；当LED灯损坏率达到50%时，电容补偿网的SW与SW1和SW2断开，切除两组容性负载补偿网，断开中控室的电流继电器；当出现过流、欠压、断路等情况时，断开中控室的电流继电器，发出报警信号。

[0023] 所述的快速重启电路，包括输入电压监测电路、开关驱动电路、第一开关管和第二开关管；输入电压监测电路与铁路信号变压器的输出端连接，开关驱动电路分别连接第一开关管和第二开关管的栅极，第一开关管的漏极和源极端分别与第二整流滤波器的输出端和地线连接，第二开关管的漏极和源极端分别与系统供给负载的供电电压和地线连接；当铁路信号变压器上电瞬间，第一和第二开关管均处于截止状态；当铁路信号变压器掉电的瞬间，第一和第二开关管均从截止状态过渡到导通状态，将系统残存的电压快速释放。

[0024] 本发明所达到的有益效果：

[0025] 1. 设计了窗口电压比较电路，有效判断变压器输出端电压是否具有带载能力，根据输出端带载和不带载两种情况，设定窗口电压比较电路的上限值和下限值，根据判断结果，放出信号或关断信号；

[0026] 2. 设计了容性负载补偿网，可以改变电压电流相位，调整无功功率比例。当LED信号灯正常工作时投切第一组负载补偿电路，增大电流，使中控室的电流继电器能够吸合，正常工作指示灯亮；当LED信号灯损坏率达到30%时投切第二组负载补偿电路，弥补由于LED灯损坏而减小的电流，保证电路继续工作；当LED信号灯损坏率达到50%，断开所有的负载补偿电路，减小电流，使电流继电器足够断开。

[0027] 3. 设计了逻辑处理电路，可根据采样信号使通断器A或输出通断器动作，完成正常工作或各种异常情况的自动处理。

[0028] 4. 设计了电流取样与监控电路，在电路出现过流或短路等异常情况时，通过逻辑处理电路使输出通断器动作，完成异常情况自保护。

[0029] 本发明具可以在既定输入电压范围内适应连续或不连续电压变化，恒定输出预定电压，可以准确的自动检测信号机的故障状态、输入电压状态、输出电流状态等参数，并进行相应的状态自动调整，具有快速反复启动功能，并能发出故障报警。具备根据发生异常的程度，在发生异常情况时向中控室发回报警信号或将铁路信号机无条件关断的功能。设计完善的异常情况自保护电路，可实时应对突发情况，信号机的可靠性得到了较大改善。当铁路信号机的LED灯损坏率达到30%时，信号灯在继续工作的同时，向中控室发回报警信号；当铁路信号机的供电电压低于150V，不能保证信号机正常工作时，或铁路信号机中的LED灯损坏率超过50%，不能正常照明时；或铁路信号机出现短路或过流异常情况时，都将无条件关断铁路信号机。

## 附图说明

[0030] 图1是本发明结构连接示意图；

[0031] 图2是图1中的整流滤波器A和B结构连接图；

[0032] 图3是图1中的SEPIC变换器结构连接图；

[0033] 图4是图1中的电流取样与监控结构连接图；

- [0034] 图 5 是图 1 中的窗口电压比较器结构连接图；
- [0035] 图 6 是图 1 中的逻辑处理电路和报警状态输出电路结构连接图；
- [0036] 图 7 是图 1 中输出通断器结构连接图；
- [0037] 图 8 是图 1 中的输出通断控制结构连接图；
- [0038] 图 9 是图 1 中的通断器 A 和容性负载补偿网电路结构连接图；
- [0039] 图 10 是图 1 中的快速重启动电路图。

### 具体实施方式

[0040] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0041] 1. 采用的铁路信号变压器 BXI-34 参数：

[0042] 输入端（一次电压侧）I1-I2:180V, I1-I3:220V 两组接口；输出端（二次电压侧）II1-II2:13V, II1-II3:14V 和 II1-II4:16V 三种接口。

[0043] 2. 采用本发明的铁路信号机可达到的某些既定参数要求：

[0044] (1) 工作电源电压范围：AC150-265V, 低于 AC150V 时无条件关闭信号机；

[0045] (2) 铁路信号机的电流监督器电流范围：分 40mA 和 60mA 两种门槛电源规格（大于等于 40mA 和 60mA 自动吸合, 否则断开）。

[0046] (3) 对于使用主副灯丝的系统, 首选主灯丝供电。当主灯丝损坏时, 自动切换到副灯丝, 并启动报警继电器。

[0047] (4) 对于使用 LED 发光盘的, 当发光盘 LED 损坏 30% 时, 启动报警继电器。当发光盘 LED 损坏 50% 时, 无条件关闭铁路信号机的放光部件, 启动报警继电器, 使 AC220V 线上的电流监督器断开。

[0048] 如图 1 所示为本发明的铁路信号机状态监控和稳恒供电单元示意图。铁路信号机变压器的输出端连接整流滤波器 A、B 电路和通断器 A 电路；整流滤波器 A 电路的输出端连接 SEPIC 变换器电路, SEPIC 变换器电路输出端连接电流取样与监控电路和窗口电压比较器电路, 快速重启电路与铁路信号变压器输出端、第二整流滤波器、窗口电压比较器和输出通断器的输出端连接, 电流取样与监控电路的输出端连接逻辑处理电路和输出通断器, 输出通断器输出端连接输出通断控制电路和窗口电压比较器电路, 输出通断器输出端连接光信号单元；整流滤波器 B 电路的输出端连接窗口电压比较器电路的输入端, 窗口电压比较器电路的输出端连接逻辑处理电路, 逻辑处理电路的输出端连接通断器 A、输出通断器和报警状态输出；通断器 A 的输出端连接容性负载补偿网电路。

[0049] 图 2 所示为整流滤波器 A、B 的电路, 铁路信号变压器输出的一端 AC2 接自恢复保险丝 F 后与另一端 AC1 作为供电电源输入电路。

[0050] 安全电容 Y1、Y2 接在电力线和地之间 (AC1-E, AC2-E), 用于抑制共模干扰；压敏电阻 RV1 接在两电力线 (AC1-AC2) 之间, 用于电压过高时, 熔断保险丝 F, 保护电路。SW-SW1, SW-SW2 分别是两组整流电路, 跨接输入端之间。整流滤波器 A：由 AC1、AC2 经过上述电路后送入与之连接的整流桥 BR1, 整流桥 BR1 通过滤波电容 CP 输出一个高电压 VH+；整流滤波器 B：由 AC1、AC2 经过上述电路后送入与之相连的整流桥 BR, BR 通过滤波电容 CH1、CH2 和电阻 RA1、RA2 网络后输出电压 DV 和 DV1, 电容 CH3 和 CH4 用于快速启动和滤波。

[0051] 图3所示的SEPIC变换器电路,将图2的整流滤波器A输出电压 $V_{H+}$ 分别连接至电阻R1、晶体管T1的漏极、输入滤波电容C3和电感L1。电感L1、功率开关管QP、耦合电容C4和C5,电感L2、整流二极管D1,输出滤波电容C6和C7、电力电子变换控制器U1构成SEPIC开关电源电路。晶体管T1的源极连接控制器U1的VCC引脚,为控制器U1供电,控制器选用Linear公司的LTC1871、LTC3803等集成电路;电压 $V_{H+}$ 通过电阻R1、二极管DZ1、电容C1、电阻R2连接U1的 $I_{th}/Run$ 引脚,控制控制器U1的起停;功率开关管QP的源极连接外部电阻网络,同时通过电阻RS3连接控制器U1的Sense引脚,监视开关电流;U1的Ngate引脚连接功率开关管QP的栅极,输出栅极驱动电压驱动功率开关QP。输出电压 $V_{P1}$ 经过由电阻R4、R3、R3A构成的电阻分压网络连接到U1的Vfb引脚,提供反馈信号。 $SIN+$ 和 $SIN-$ 为输出电流取样点。本实施例中输出电压 $V_{P1}$ 为14.5V。

[0052] 下面以一具体实施例说明SEPIC变换器设计过程:

[0053] 输入电压 $V_{in}$ 在AC6.5-20V(DC8.0-30V已扣除整流桥压降0.8V)能正常工作,输出电压 $V_o$ 恒定为DC14.5V,额定电流 $I_o$ 为2.0A。

[0054] 则输入输出电压和占空比关系:

$$[0055] \quad \frac{V_o + V_D}{V_{in}} = \frac{D}{D-1},$$

[0056] 上式中, $V_o$ 为输出电压, $V_{in}$ 为输入电压, $V_D$ 为整流肖特基二极管正向导通压降, $D$ 为开关管工作信号占空比。

[0057] 电路的最大占空比表达式为:

$$[0058] \quad D_{MAX} = \frac{V_o + V_D}{V_{IN(MIN)} + V_o + V_D};$$

[0059] 输入电流、电感电流和输出电流之间的表达式为:

$$[0060] \quad I_{L1(MAX)} = I_{IN(MAX)} = I_{O(MAX)} \cdot \frac{D_{MAX}}{1 - D_{MAX}};$$

$$[0061] \quad I_{L2(MAX)} = I_{O(MAX)};$$

[0062] 上述式中, $V_{IN(MIN)}$ 为输入电压最小值, $I_{L1(MAX)}$ 、 $I_{L2(MAX)}$ 为电感L1和L2的最大电流。

[0063] 处于连续工作模式时,开关管开关电流表达式为:

$$[0064] \quad I_{SW(MAX)} = I_{L1(MAX)} + I_{L2(MAX)}$$

[0065] 开关管峰值电流表达式为:

$$[0066] \quad I_{SW(PEAK)} = \left(1 + \frac{x}{2}\right) \cdot I_{O(max)} \frac{1}{1 - D_{MAX}}$$

[0067] 在SEPIC电路中,上式的参数 $x$ 取值范围是0.2到0.4,在这里取 $x=0.4$ 可以得到电感的纹波电流 $DI_{SW}$ 的表达式:

$$[0068] \quad DI_{SW} = x \cdot I_{SW(PEAK)}$$

[0069] 电感L1和L2的纹波电流 $DI_{L1}=DI_{L2}$ ,表达为:

$$[0070] \quad DI_{L1}=DI_{L2}=0.5DI_{SW}$$

[0071] 根据工作频率 $f_{OSC}$ 、输入电压最小值 $V_{IN(MIN)}$ 、最大工作占空比 $D_{MAX}$ 和纹波电流 $DI_{SW}$ ,则可得到独立磁芯的电感表达式:



$$[0072] \quad L1 = L2 = \frac{V_{IN(MIN)}}{0.5\Delta I_{SW} \cdot f_{OSC}} \cdot D_{MAX}$$

[0073] 本发明中的 SEPIC 电路,电感的取值范围是  $1 \mu\text{H}$ – $100 \mu\text{H}$ 。当两个电感同时绕在一个磁芯上时,取  $L1=L2$ ,电感量的表达式为:

$$[0074] \quad L = \frac{V_{IN(MIN)}}{\Delta I_{SW} \cdot f_{OSC}} \cdot D_{MAX} \circ$$

[0075] 如图 4 所示的电流取样与监控电路,将图 3 的输出端通过电流电阻  $R_{in}$  转换为电压  $V_{sense}=I \cdot R_s$ 。再通过电气连接端 SIN+ 通过输入电阻  $R_{in}$  后连接到电流传感放大器 U5 的 -IN 引脚,电气连接端 SIN- 连接至电流传感放大器 U5 的 +IN 引脚。U5 的输出电压  $V_{out}$  由如下公式进行计算:

$$[0076] \quad V_{out} = \frac{V_{sense} \cdot R_L}{R_{in}} = \frac{I \cdot R_s \cdot R_L}{R_{in}}$$

[0077] 上式中  $I$  为流过取样电阻  $R_s$  的电流,  $V_{sense}$  为取样电阻  $R_s$  两端的电压,  $V_{out}$  为电流传感芯片 U5 输出端的电压。

[0078] 电压 VP1 同时通过由电阻 R25、R26、R27、R16、R17、R18 构成的电阻分压网络以及三端可调分流基准源 TRE 获得工作电流阈值参考电压 VCSA 和 VCSB。比较器 U6A 的同相端连接 U5 的输出端,反相端连接参考电压 VCSA;比较器 U6B 反相端连接 U5 的输出端,同相端连接参考电压 VCSB。当工作电流从额定值降低 30%,但未达到 50%时,电压比较器 U6A 输出端 A 的电压为低电平,电压比较器 U6B 的输出端 B 的电压为低电平。当工作电流降低达到并超过 50%时,电压比较器 U6A 输出端 A 的电压均为低电平,U6B 输出端 B 的电压为高电平。

[0079] 如图 5 所示的为窗口电压比较电路。将图 3 的输出电压 VP1 经过由电阻 R5、R6、R7 构成的电阻分压网络及三端可调分流基准源 T2 获得窗口电压比较电路的上限电压值  $V_{ref1}$  和下限电压值  $V_{ref2}$ 。VP 为系统供给负载的供电电压,将供电电压 VP 通过电阻 R13、R14 分压后连接比较器 U4 的同相端,下限电压值  $V_{ref2}$  连接比较器 U4 的反相端。将图 1 中整流滤波器 B 的输出电压 DV1 分别与上限电压值  $V_{ref1}$  和下限电压值  $V_{ref2}$  比较,当电压 DV1 大于上限电压值  $V_{ref1}$  时,输出端 L 的状态不受供电电压 VP 状态影响,输出端 L 无条件输出高电平;当电压 DV1 小于上限电压值  $V_{ref1}$  而大于下限电压值  $V_{ref2}$  时,输出端 L 的状态由供电电压 VP 决定,如果供电电压 VP 为有效即负载工作时,则输出端 L 为高电平,如果供电电压 VP 为 0 (无负载)时,输出端 L 为低电平;当 DV1 小于下限电压值  $V_{ref2}$  时,无论是否带载,无条件关闭输出 ( $L=0$ )。

[0080] 如图 6 所示的逻辑处理电路和报警状态输出电路, A 为图 4 电流取样与监控电路中的比较器 U6A 输出端, B 为图 4 的比较器 U6B 输出端, G 为辅助点。当 LED 灯损坏率达到 30%但未达到 50%时, A 为低电平, B 为低电平, C 为高电平,则 War 为高电平,接通蜂鸣器 BZ,继电器 JK1 的输出状态从“常开”转为“常闭”并向中控室输出报警信号;当 LED 灯损坏率达到 50%时, A 为低电平, B 为高电平, C 为低电平,此时若二极管 D14 短路则 War 为高电平,接通蜂鸣器 BZ 发声。

[0081] 图 7 所示的输出通断器电路, A 和 B 分别为图 4 电流取样与监控电路中比较器 U6A 和 U6B 的输出端。当 LED 灯正常工作时, A 端为高电平,晶体管 T8 导通, VP1 端的电源通过

电阻 R30, 点亮正常指示灯 Lok。同时, 继电器 JK1 的常开端吸合, 接通远程中控室的指示灯显示正常工作; A 端为低电平时, 晶体管 T8 关断, VP1 端的电压通过继电器 JK1 的控制绕组和电阻 R31, 点亮故障指示灯 Lerro。同时, 继电器 JK1 的常闭触点吸合, 向中控室发出故障报警信号; 继电器 JK1 输出端的电容 CL1、CL2、电阻 RL1 用于消除触电通断时所产生的火花。

[0082] 如图 8 所示的输出通断控制结构电路, L 为图 5 所示的窗口电压比较电路输出端, G 为逻辑处理电路中的辅助点。当 LED 损坏率低于 50% 时, B 输出低电平, 辅助点 G 为高电平, 开关管 T4 截止, 开关管 T3 导通, 输出端 L 与负载之间保持接通, 负载仍然继续工作; 当 LED 损坏率达到 50% 时, B 输出高电平, 辅助点 G 为低电平, 开关管 T4 导通, 开关管 T3 截止, 输出端 L 与负载之间被断开。

[0083] 如图 9 所示的容性负载补偿网电路, C、J3 为图 6 中逻辑处理电路的输出端, A 为图 4 电流取样与监控电路中比较器 U6A 的输出端, SW、SW1、SW2 为图 2 中整流滤波电路的容性补偿投切端。当 LED 灯工作正常时, 投入第一组容性负载补偿网 (SW-SW1), 增大电流使中控室电流继电器足以吸合; 当 LED 灯损坏率达到 30% 时, A 为低电平, B 为低电平, C 为高电平, J3 为低电平, 继电器 JK3 动作, 投切第二组容性负载补偿网 (SW-SW2), 补偿由于 LED 灯损坏引起的电流减小; 当 LED 灯损坏率达到 50% 时, A 为低电平, B 为高电平, C 为低电平, JK3 为高电平, 继电器 JK3 和 JK2 断开, 将两组容性负载补偿网切除, 使电流减小, 足以让中控室的电流继电器断开。

[0084] 如图 10 所示的快速重新启动电路, 包括输入电压监测电路、开关驱动电路、开关管 Q1 和开关管 Q2; 其输入电压监测电路的交 (直) 流输入端与铁路信号变压器的输出端连接, 用于监控铁路信号变压器是否有电源提供。开关驱动电路分别连接开关管 Q1、Q2 的栅极, 开关管 Q1 的漏极和源极端分别与第二整流滤波器的输出电压 DV 和地线连接, 开关管 Q2 的漏极和源极端分别与窗口电压比较器电路中的供电电压 VP 和地线连接。当铁路信号变压器有电源提供时, 开关管 Q1 和 Q2 均处于截止状态; 当铁路信号变压器向系统停止供电的瞬间, 开关管 Q1 和 Q2 均产生一个从“截止状态”到“导通状态”的转变过程, 快速释放 DV 和 VP 端存储的电能。为下一次重新快速启动系统做好准备。

[0085] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和变形, 这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

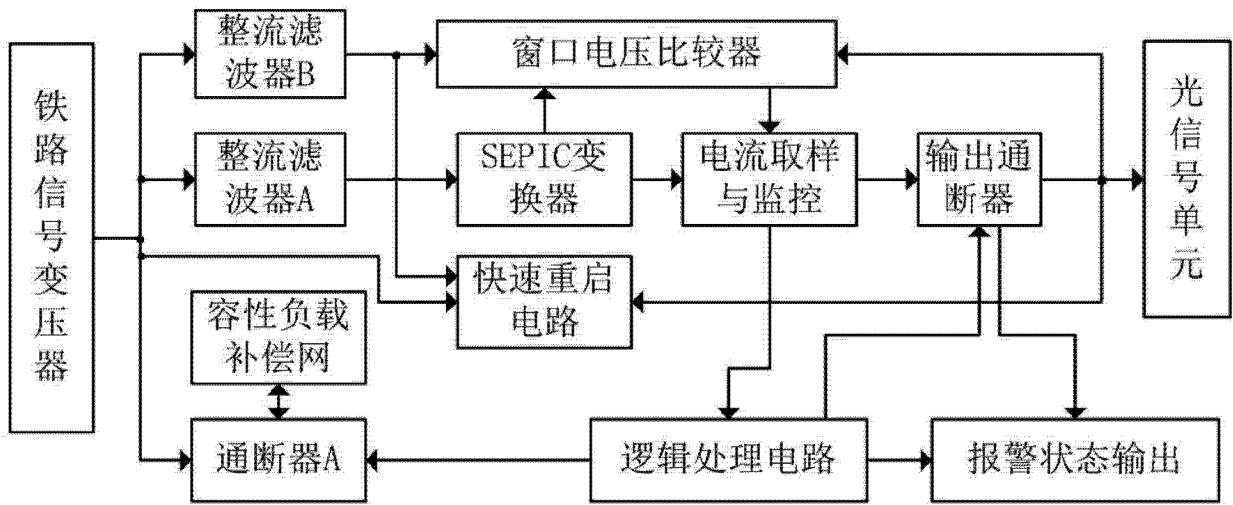


图 1

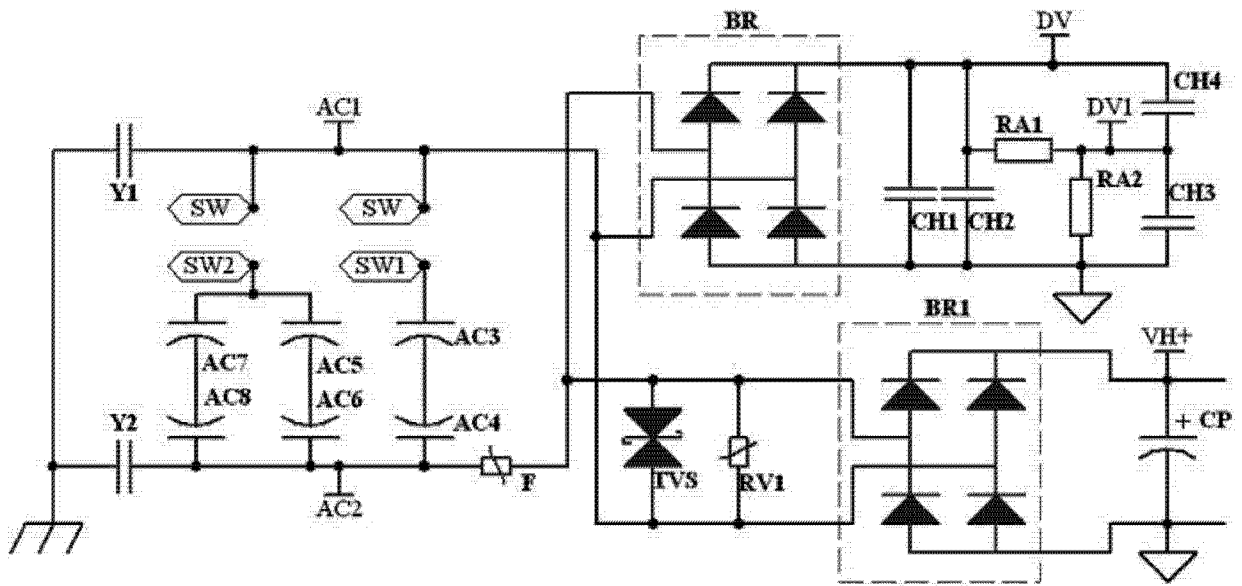


图 2

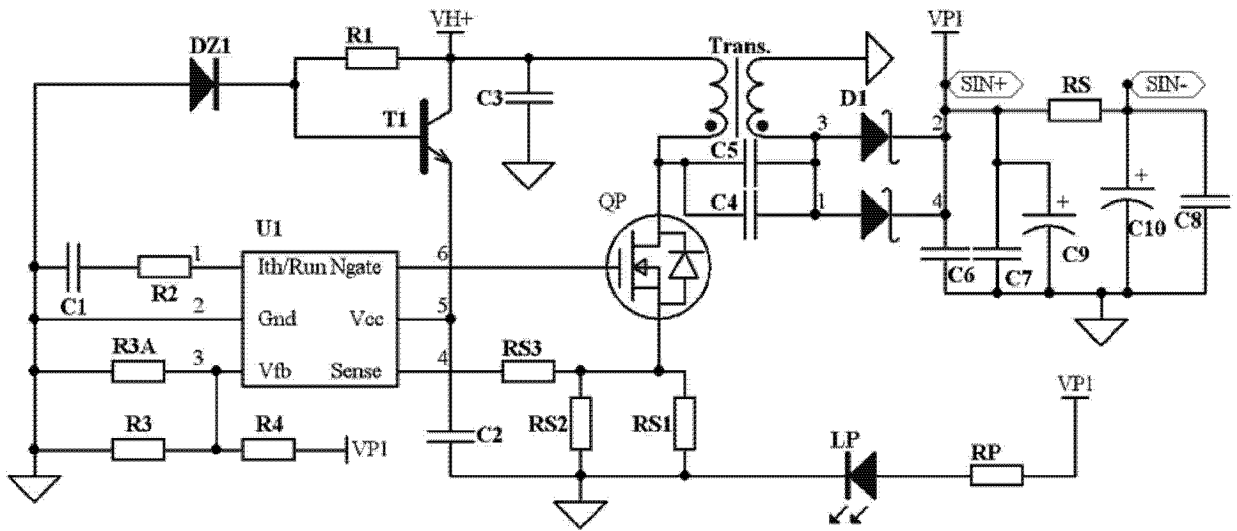


图 3

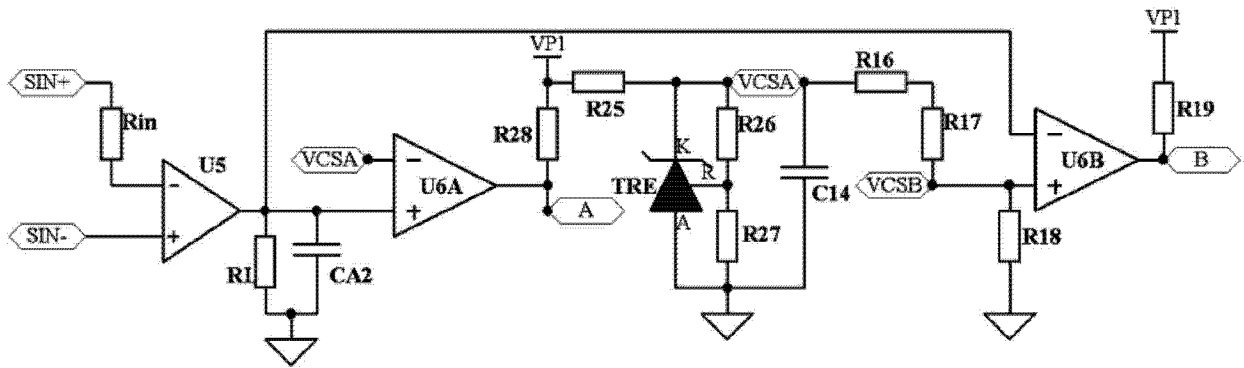


图 4

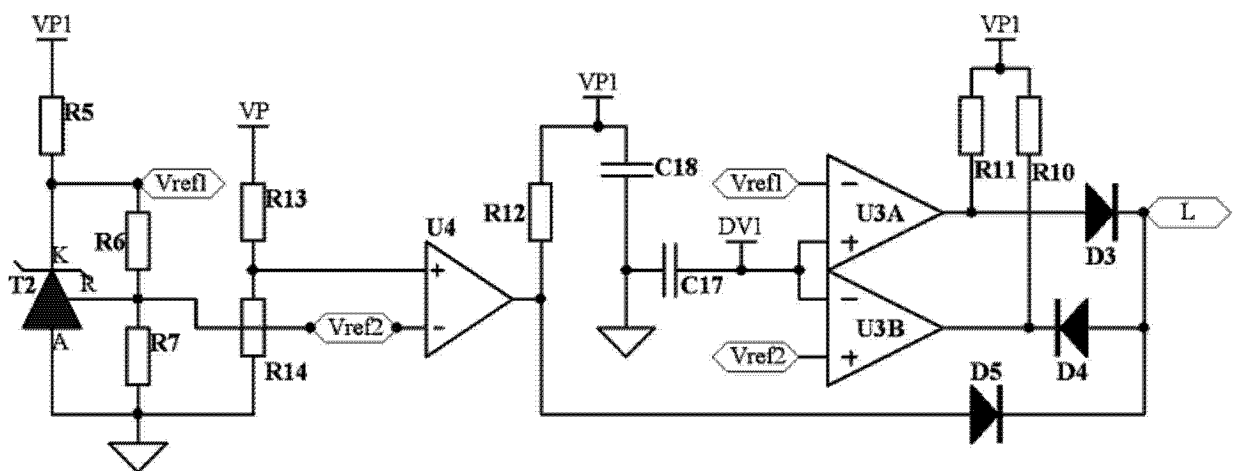


图 5

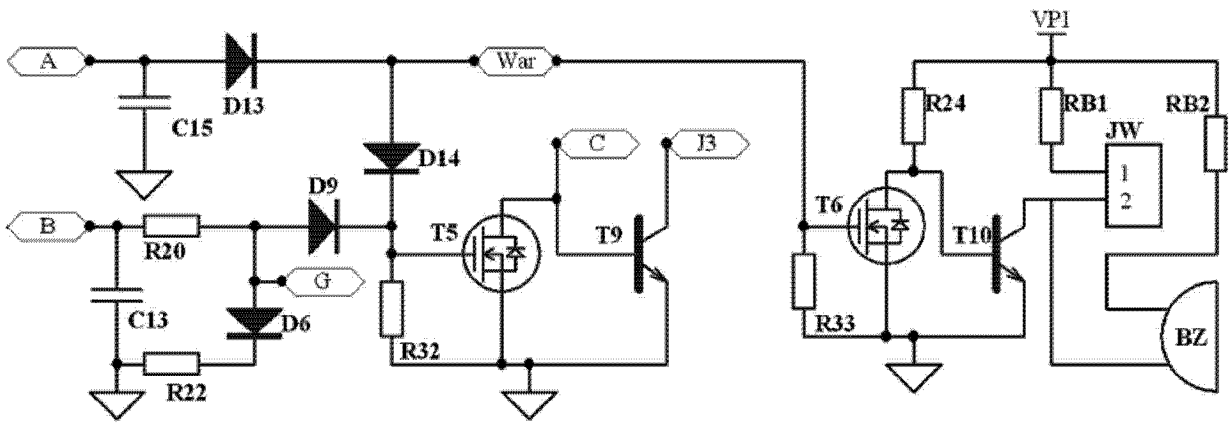


图 6

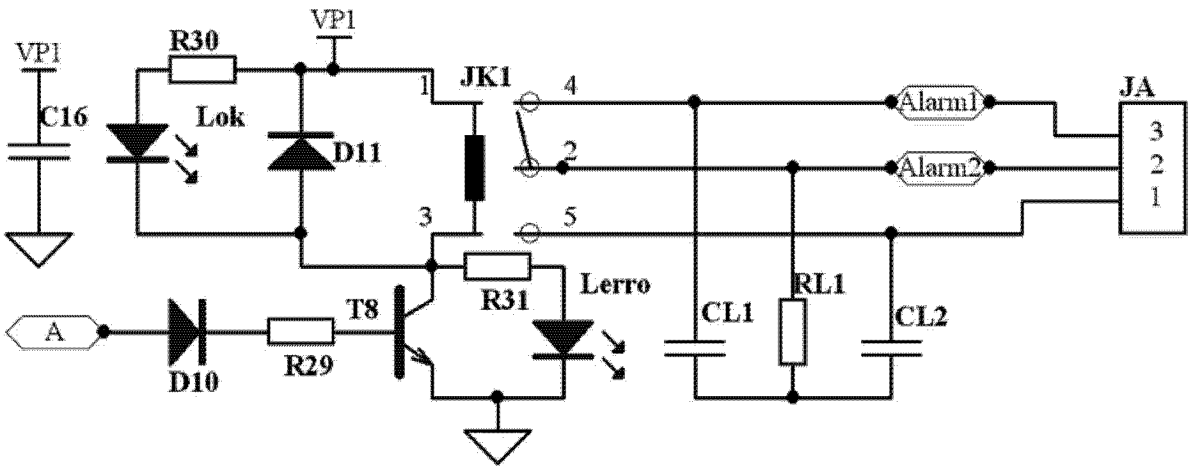


图 7

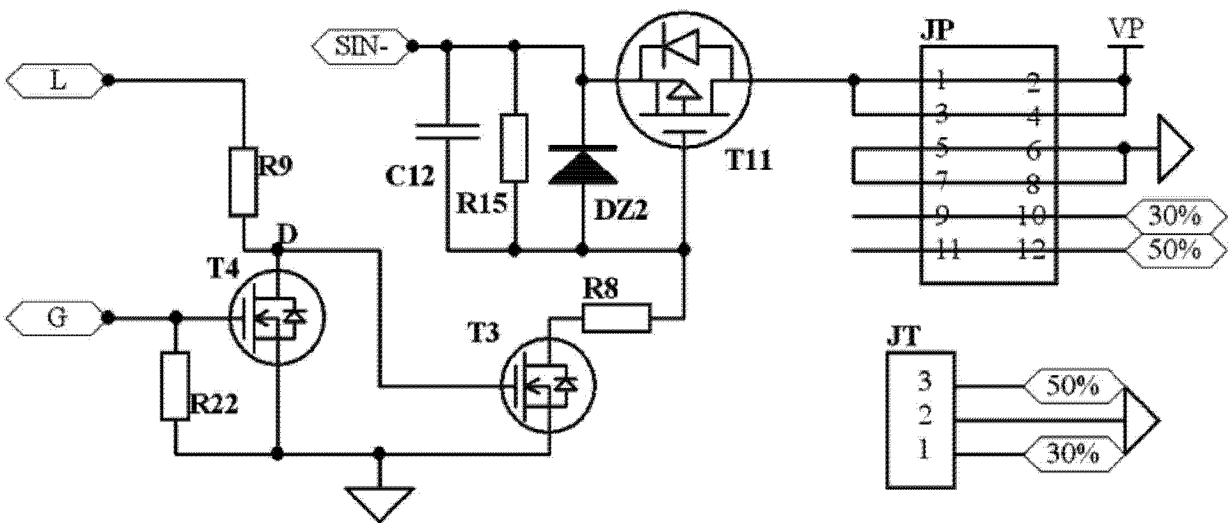


图 8

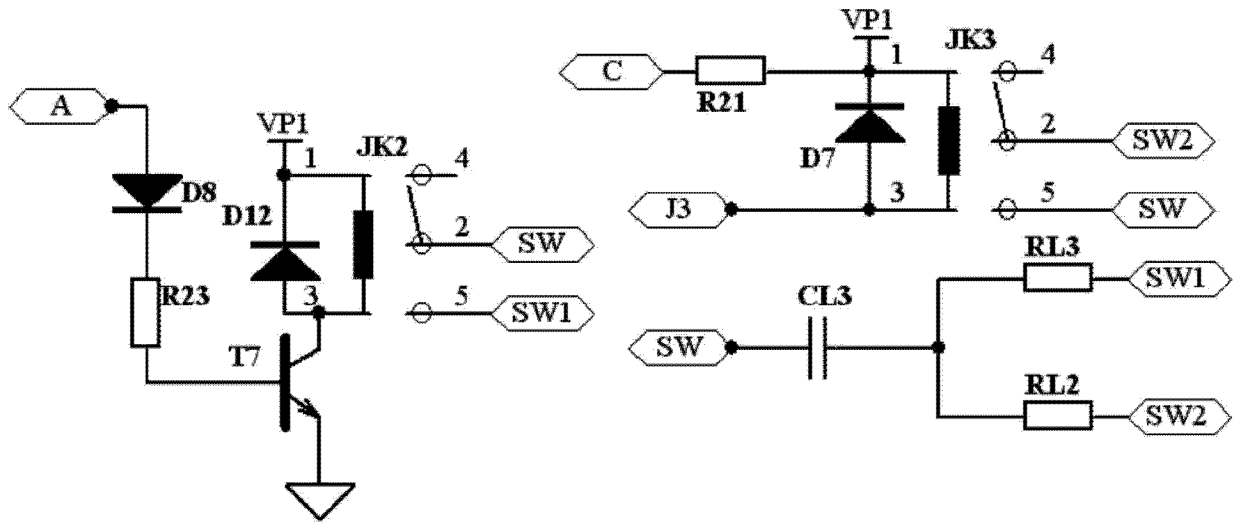


图 9

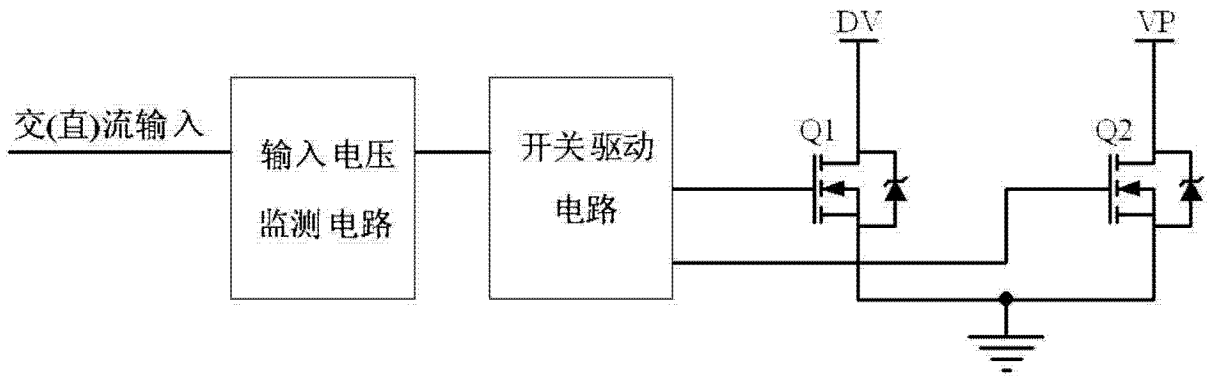


图 10