



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105207232 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201510659609. 4

(22) 申请日 2015. 10. 14

(71) 申请人 国网江西省电力科学研究院

地址 330096 江西省南昌市民营科技园民强路 88 号

申请人 国家电网公司

(72) 发明人 周友武 廖瑞峰 周求宽 吴细秀

康琛 万华

(74) 专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事

务所 36122

代理人 姚伯川

(51) Int. Cl.

H02J 3/18(2006. 01)

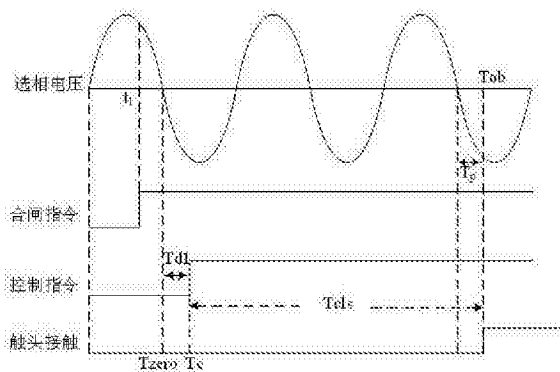
权利要求书2页 说明书4页 附图8页

(54) 发明名称

一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统

(57) 摘要

一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统, 由控制板和驱动板两部分组成。控制板采集到电流信号后, 从信号中提取出过零点作为选相控制的参考时间点。接收到断路器的分合闸指令后, 控制板先通过计算得到一段延时时间, 延时之后再控制驱动板的线圈放电以进行断路器的分合闸操作。由于影响选相时间精确性的因素主要包括操动机构动作时间、驱动板线圈励磁时间、参考零点的捕捉以及程序延时时间, 其中永磁操动机构的分合动作时间基本恒定, 驱动板线圈励磁时间也为恒定值, 因此选相控制的精确性主要取决于程序的延迟时间。合理控制延时时间, 便能使得断路器在电流过零点处分合闸, 从而有效避免分合闸涌流和操作过电压暂态过程, 提高断路器工作的可靠性。



1. 一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,包括:

控制板,用于采集电流信号,从信号中提取出过零点作为选相控制的参考时间点,在接收到断路器的分合闸指令后,计算延时时间,控制驱动板;

驱动板,用于对永磁机构线圈放电使永磁机构激磁,实现断路器的分合闸操作;

所述控制板与驱动板互联;所述控制板的电压互感器和电流互感器分别连接电网;所述驱动板的线圈控制电路与断路器互联,所述控制板的控制器连接断路器。

2. 根据权利要求 1 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述控制板包括控制器、电压互感器、电流互感器、信号采集电路、信号调理电路、分合闸指令读取电路和显示电路;信号调理电路、分合闸指令读取电路和显示电路分别连接控制器;所述电压互感器和电流互感器分别连接信号采集电路的相应输入端,信号采集电路的输出端连接信号调理电路的输入端;

所述电压互感器和电流互感器分别从电网中采集电压信号和电流信号,其中电流信号经过信号采集电路后转换成同相位电压信号,经信号调理电路后提取出系统的参考零点;分合闸指令读取电路接收到断路器的分合信号后,控制器对驱动板发出信号,实现断路器的分合操作;显示电路用于实时显示电网参数,包括电流大小、断路器分合状态。

3. 根据权利要求 1 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述驱动板由充电电容、充电电源电路、电容电压检测电路、线圈控制电路以及驱动电路组成;所述驱动电路和电容电压检测电路分别连接线圈控制电路的输入端;所述电容电压检测电路与充电电容互连;所述充电电源电路连接充电电容;

所述充电电容作为永磁操动机构的驱动电源;所述充电电源电路为电容提供高质量的充电电源,并对整个驱动板实现过压保护;所述电容电压检测电路通过对充电电容电压的实时监测,保证充电电容两端电压达到线圈放电要求,使永磁机构可靠动作;所述线圈控制电路通过对线圈中所流通的电流方向的控制,实现永磁机构的分闸与合闸操作。

4. 根据权利要求 2 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述控制板搭载 RT-Thread 实时操作系统,保证系统的精确延时;合理控制延时时间,能使得断路器在电流过零点处分合闸,从而有效避免分合闸涌流和操作过电压暂态过程,提高断路器工作的可靠性。

5. 根据权利要求 2 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述信号采集电路先将电流信号通过小电阻转换成同相位的电压信号,所述电压信号经过限流电阻 R1 后通过电压互感器 ZMPT107 进行隔离,经电容 C15 和电阻 R2 进行相位的补偿,再通过电容 C14 和电容 C16 电容器组的去耦和滤波;通过调整采样电阻 R2 的阻值,使输入电压在系统能承受的电压范围之内。

6. 根据权利要求 2 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述信号调理电路包括有电压抬升、滤波、阻抗隔离和提取过零点四个功能。

7. 根据权利要求 2 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述分合闸指令读取电路由光电耦合器 4N35 组成;在二端口接线座 Header2 端,分合闸指令输出相应信号后,光电耦合器将该信号进行隔离,并将信号输送至控制板的 GPIO 口,实现指令的读取功能。

8. 根据权利要求 3 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,

所述线圈控制电路为 H 桥型电路,以电容作为线圈的动作能源;Q01、Q02、Q03、Q04 为绝缘栅双极型晶体管 IGBT,在分闸操作时控制 Q01、Q04 导通,Q02、Q03 关断,使电容对断路器分合闸线圈放电时电流方向为正,完成分闸操作;合闸操作时控制 Q02、Q03 导通,Q01、Q04 关断,使线圈放电时电流方向为负,完成合闸操作;实际操作时给上下桥臂的开关管设定死区时间,防止上下桥臂导通造成短路。

9. 根据权利要求 3 所述的一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,其特征在于,所述驱动电路由驱动芯片 TC4427 构成;二端口接线座 Header2 处接收到分合闸信号后,通过光电耦合器进行隔离,将信号输入至驱动芯片 TC4427;驱动芯片根据该信号的值决定是否输出大电流,以驱动绝缘栅双极型晶体管 IGBT;TC4427 最大输出电流为 1.5A,保证了绝缘栅双极型晶体管 IGBT 的可靠控制。

一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统

[0001]

技术领域

[0002] 本发明涉及电力电子技术领域,具体涉及到一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统。

背景技术

[0003] 断路器作为电力系统中关合与开断电路的重要设备,对于整个电网的安全稳定运行具有重要作用。其中,真空断路器以其内部高真空、高介质强度的特点,具有绝缘强度高、不必频繁检修等优势,在电力系统中得到了极为广泛地应用,尤以对电容器进行投切控制实现无功补偿最为典型。真空断路器的结构多样,由最初的手动式发展到弹簧、液压和永磁机构。其中永磁机构的出现在很大程度上简化了机构的结构,提高了操动的可靠性,另外其动作时间分散性小,分合时间趋于固定值,方便控制,因此得到了极大发展。

[0004] 传统的真空断路器缺乏对电流相位的有效控制,极易导致在电流非过零点附近分合电容器,从而出现较为严重的浪涌电流和操作过电压暂态过程。这些暂态现象极易造成二次侧继保装置的误动作,严重影响供电质量,也对电力系统的稳定运行造成很大威胁,严重时可能导致电网瘫痪,带来不可估量的严重后果。

[0005] 传统的抑制分合闸涌流的方法是加载电抗器或合闸电阻,将严重的暂态现象分割成多个较弱的暂态过程,从而把合闸涌流限制在一定幅值以内。这种方法操作复杂,器件因频繁切换而容易受损;而抑制过电压暂态过程则采用加装阻容吸收装置,其原理就是通过并联电容器来增加被保护设备的并联电容。这种装置对于电阻和电容的阻值选取要求极为苛刻,选取不当将产生谐波,反而增加了系统的故障率。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是针对上述存在的不足,提供一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,能实时采集电流相位,并能控制断路器在电流过零点处进行电容器的投切操作,从而有效避免分合闸涌流和操作过电压暂态过程,提高断路器工作的可靠性。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

一种 12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统,系统主要由控制板和驱动板两部分组成,控制板和驱动板相互隔离。控制板采集到电流信号后,从信号中提取出过零点作为选相控制的参考时间点。接收到断路器的分合闸指令后,控制板先通过计算得到一段延时时间,延时之后再控制驱动板的线圈放电以进行断路器的分合闸操作,从而保证在电流过零点处实现电容器的平稳投切。

[0008] 控制板,用于采集电流信号,从信号中提取出过零点作为选相控制的参考时间点,在接收到断路器的分合闸指令后,计算延时时间,控制驱动板。

[0009] 驱动板,用于对永磁机构线圈放电使永磁机构激磁,实现断路器的分合闸操作。

[0010] 所述控制板与驱动板互联;所述控制板的电压互感器和电流互感器分别连接电网;所述驱动板的线圈控制电路与断路器互联,所述控制板的控制器连接断路器。

[0011] 所述控制板包括控制器、电压互感器、电流互感器、信号采集电路、信号调理电路、分合闸指令读取电路和显示电路;信号调理电路、分合闸指令读取电路和显示电路分别连接控制器;所述电压互感器和电流互感器分别连接信号采集电路的相应输入端,信号采集电路的输出端连接信号调理电路的输入端。

[0012] 所述电压互感器和电流互感器分别从电网中采集电压信号和电流信号,其中电流信号经过信号采集电路后转换成同相位电压信号,经信号调理电路后提取出系统的参考零点;分合闸指令读取电路接收到断路器的分合信号后,控制器对驱动板发出信号,实现断路器的分合操作;显示电路用于实时显示电网参数,包括电流大小、断路器分合状态。

[0013] 所述驱动板由充电电容、充电电源电路、电容电压检测电路、线圈控制电路以及驱动电路组成;所述驱动电路和电容电压检测电路分别连接线圈控制电路的输入端;所述电容电压检测电路与充电电容互连;所述充电电源电路连接充电电容。

[0014] 所述充电电容作为永磁操动机构的驱动电源;所述充电电源电路为电容提供高质量的充电电源,并对整个驱动板实现过压保护;所述电容电压检测电路通过对充电电容电压的实时监测,保证充电电容两端电压达到线圈放电要求,使永磁机构可靠动作;所述线圈控制电路通过对线圈中所流通的电流方向的控制,实现永磁机构的分闸与合闸操作。

[0015] 所述控制板搭载 RT-Thread 实时操作系统,保证系统的精确延时;合理控制延长时间,能使得断路器在电流过零点处分合闸,从而有效避免分合闸涌流和操作过电压暂态过程,提高断路器工作的可靠性。

[0016] 所述信号采集电路先将电流信号通过小电阻转换成同相位的电压信号,所述电压信号经过限流电阻 R1 后通过电压互感器 ZMPT107 进行隔离,经电容 C15 和电阻 R2 进行相位的补偿,再通过电容 C14 和电容 C16 电容器组的去耦和滤波;通过调整采样电阻 R2 的阻值,使输入电压在系统能承受的电压范围之内。

[0017] 所述信号调理电路包括有电压抬升、滤波、阻抗隔离和提取过零点四个功能。

[0018] 所述分合闸指令读取电路由光电耦合器 4N35 组成;在二端口接线座 Header2 端,分合闸指令输出相应信号后,光电耦合器将该信号进行隔离,并将信号输送至控制板的 GPIO 口,实现指令的读取功能。

[0019] 所述线圈控制电路为 H 桥型电路,以电容作为线圈的动作能源;Q01、Q02、Q03、Q04 为绝缘栅双极型晶体管 IGBT,在分闸操作时控制 Q01、Q04 导通,Q02、Q03 关断,使电容对断路器分合闸线圈放电时电流方向为正,完成分闸操作;合闸操作时控制 Q02、Q03 导通,Q01、Q04 关断,使线圈放电时电流方向为负,完成合闸操作;实际操作时给上下桥臂的开关管设定死区时间,防止上下桥臂导通造成短路。

[0020] 所述驱动电路由驱动芯片 TC4427 构成;二端口接线座 Header2 处接收到分合闸信号后,通过光电耦合器进行隔离,将信号输入至驱动芯片 TC4427;驱动芯片根据该信号的值决定是否输出大电流,以驱动绝缘栅双极型晶体管 IGBT;TC4427 最大输出电流为 1.5A,保证了绝缘栅双极型晶体管 IGBT 的可靠控制。

[0021] 本发明的工作原理是,选相控制系统的关键技术在于选相控制时间的精确。影响

选相时间精确性的因素主要包括断路器操动机构动作时间、驱动板线圈励磁时间、参考零点的捕捉以及程序延时时间。永磁操动机构的分合动作时间基本恒定，驱动板设计完毕后其线圈励磁时间也为恒定值，参考零点的捕捉精确性由后续硬件设计和程序计算决定，因此选相控制的精确性主要取决于程序的延迟时间。合理控制延时时间，使得断路器在电流过零点处实现分合闸操作，如此实现精确的选相控制。

[0022] 本发明的有益效果在于：本发明系统充分掌握电流信号的实时相位信息，在接收到断路器分合闸信号后保证在电流过零点处实现断路器的准确分合闸操作，有效避免了浪涌电流和操作过电压的发生，提高了供电的可靠性和安全性。

附图说明

- [0023] 图 1 为本发明实施例选相控制时序图；
图 2 为本发明实施例结构框图；
图 3 为本发明实施例控制板信号采集电路图；
图 4 为本发明实施例控制板信号调理电路图；
图 5 为本发明实施例控制板分合闸指令读取电路图；
图 6 为本发明实施例控制板显示电路图；
图 7 为本发明实施例驱动板充电电源电路图；
图 8 为本发明实施例驱动板电容电压检测电路图；
图 9 为本发明实施例驱动板线圈控制电路图；
图 10 为本发明实施例驱动板 IGBT 驱动电路图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例，对本发明作进一步说明：

如图 1 所示，12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统的控制器在 t_1 时刻接收系统或者用户发来的合闸命令，检测到系统电压随后来的第一个过零点时刻 T_{zero} (或者再过几个半波的过零点)，使断路器在指定的相位时刻 T_{ob} 点处合闸。断路器本身固有的机械合闸时间为 T_{c1s} ，因此从过零点 T_{zero} 到控制器发出合闸指令 T_c 时刻有一段延时 T_{d1} 。合闸流程为：控制器接收合闸命令后检测一个过零点作为参考时间点，从过零点后经过 T_{d1} 的延时后控制器发出合闸指令，经过固有断路器合闸时间 T_{c1s} 后，断路器在指定的相角 T_{ob} 处完成合闸操作。

[0025] 如图 2 所示，12kV 永磁真空断路器智能选相控制系统由控制板和驱动板两部分组成。控制板的电压互感器 PT 和电流互感器 CT 分别从电网中采集到电压信号和电流信号，其中电流信号经过信号采集电路后转换成同相位电压信号，经信号调理电路后提取出系统的参考零点。显示电路实时显示电网状态信息和断路器的分合状态。分合闸信号读取电路接收到断路器的分合闸信号后，控制器发出指令，使驱动板进行线圈的放电操作。驱动板采用充电电容作为永磁机构断路器的驱动电源，电源电路负责提供电容的充电电源，电容电压检测电路实时监测电压状态，保证电容两端电压达到线圈放电要求，使永磁机构可靠动作。在接收到控制板的分合闸信号后，线圈控制电路以电容为动作电源，通过驱动电路使断路器正确动作。断路器动作完毕后将信号返回给控制板，完成一次完整动作。

[0026] 如图 3 所示,智能选相控制系统控制板信号采集电路先将电流信号通过小电阻转换成同相位的电压信号,该电压信号经过限流电阻 R1 后通过电压互感器 ZMPT107 进行隔离,经 C15 和 R2 进行相位的补偿,再通过 C14 和 C16 电容器组的去耦和滤波。通过调整采样电阻 R2 的阻值,使输入电压在系统能承受的电压范围之内。

[0027] 如图 4 所示,智能选相控制系统控制板信号调理电路包括有电压抬升、滤波、阻抗隔离和提取过零点四个功能。电压抬升部分通过两个电阻 R28 和 R35 分压,将直流量叠加到交流输入电压,使叠加后的信号在 0~3.3V 以内,满足控制器 A/D 转换时的电压范围。由电阻和电容组成 RC 滤波电路,滤波后信号通过电压跟随器进行阻抗隔离。在 TP3 处,输入电压进入比较器 LTC6702ITS8 的同相输入端,DAU 为该电压的直流分量值。通过比较器进行电压比较,在输出端产生方波。STM32 捕捉该方波即可采集到系统电压的过零点。

[0028] 如图 5 所示,智能选相控制系统控制板分合闸指令读取电路主要由光电耦合器 4N35 组成。在二端口接线座 Header2 端,分合闸指令输出相应信号后,光电耦合器将该信号进行隔离,并将信号输送至控制板的 GPIO 口,实现指令的读取功能。

[0029] 如图 6 所示,智能选相控制系统控制板显示电路采用 SDW8060-080-1N20W 系列工控屏,支持 VGUS 组态开发方式,可设计生成人机交互信息的配置文件。屏幕尺寸为 8 英寸,采用串口方式与控制器进行通讯,接线方式简单。

[0030] 如图 7 所示,智能选相控制系统驱动板充电电源电路外接 90~265V 交流电源,经过滤波电路后送入 D15XB60 整流桥模块进行整流。通过电感 L9 储存电能并与输进来的电压信号进行叠加实现信号的升压,从而输出电容充电所需的 +400V 直流电源。在 Q1 和 Q2 打开期间,由于 D13 的存在,可以使得电路继续完成后续电容负载的充电,保证了充电的连续性。

[0031] 如图 8 所示,智能选相控制系统电容电压检测电路将电容分压后经过放大器进行信号的放大,经过线性光电耦合器 HCNR201 把电压信号转换成电流信号,再由运放将输出的电流信号转换成电压信号,保证把电容电压转换成控制器能承受的电压值,防止电容两端的高电压对控制系统造成干扰和破坏。控制器通过 AD 转换,实时监测电容两端的电压值,保证电容两端电压达到线圈放电要求,使永磁机构可靠动作。

[0032] 如图 9 所示,智能选相控制系统驱动板线圈控制电路为 H 桥型电路,以电容作为线圈的动作能源。Q01、Q02、Q03、Q04 为绝缘栅双极型晶体管 IGBT,在分闸操作时控制 Q01、Q04 导通,Q02、Q03 关断,使电容对断路器分合闸线圈放电时电流方向为正,完成分闸操作。合闸操作时控制 Q02、Q03 导通,Q01、Q04 关断,使线圈放电时电流方向为负,完成合闸操作。实际操作时给上下桥臂的开关管设定死区时间,防止上下桥臂导通造成短路。

[0033] 如图 10 所示,智能选相控制系统驱动板 IGBT 驱动电路主要由驱动芯片 TC4427 组成。二端口接线座 Header2 处接收到分合闸信号后,通过光电耦合器进行隔离,将信号输入至驱动芯片 TC4427。驱动芯片根据该信号的值决定是否输出大电流,以驱动 IGBT。TC4427 最大输出电流为 1.5A,保证了 IGBT 的可靠控制。

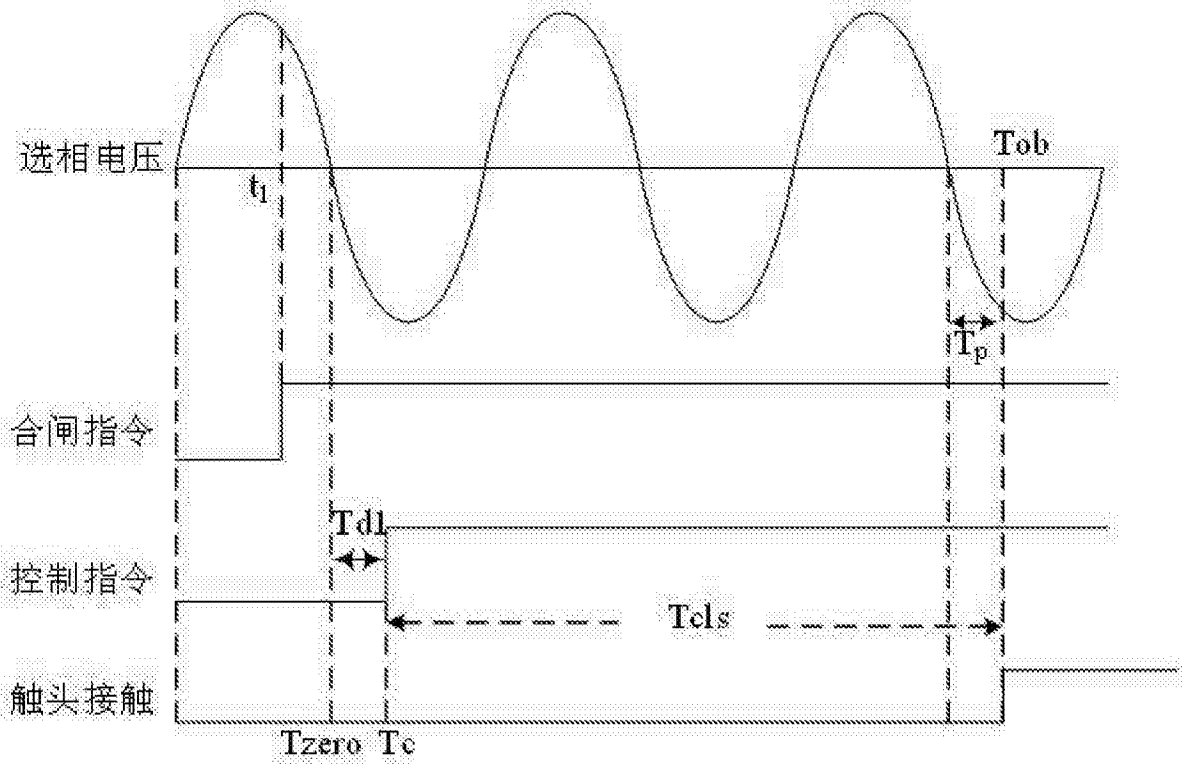


图 1

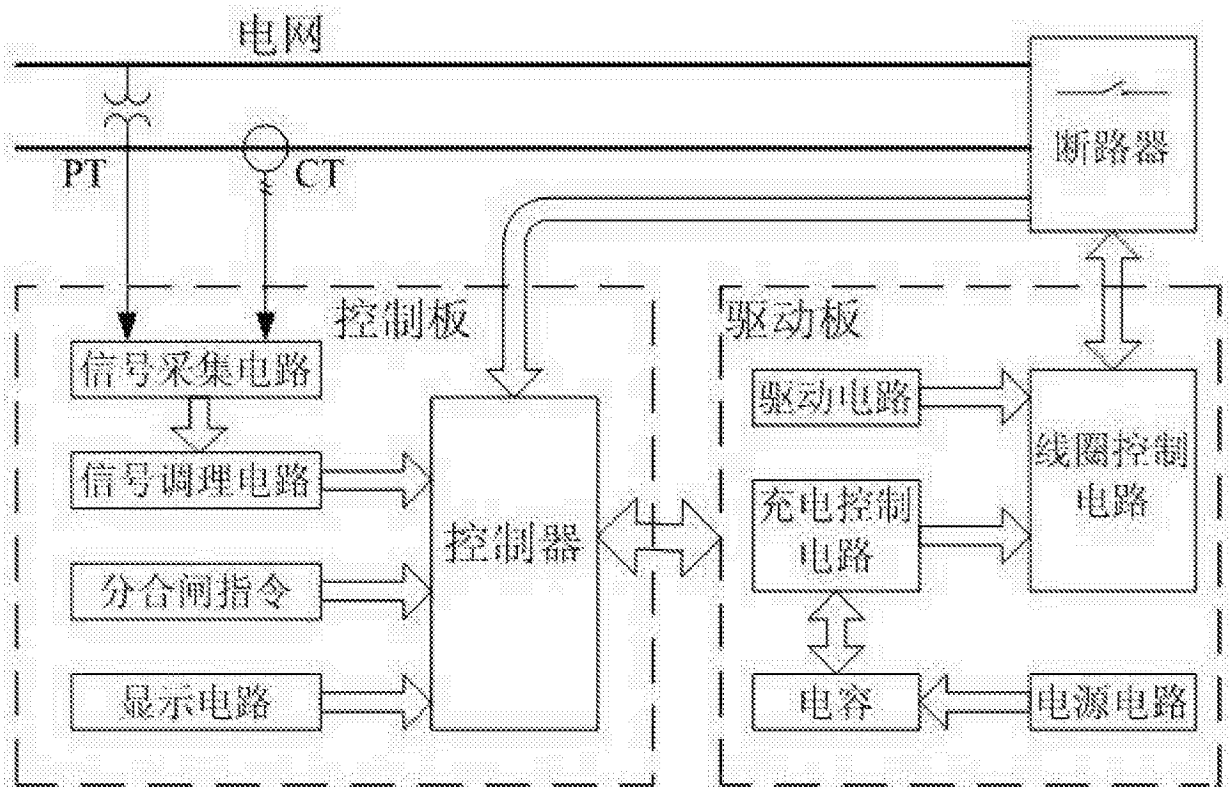


图 2

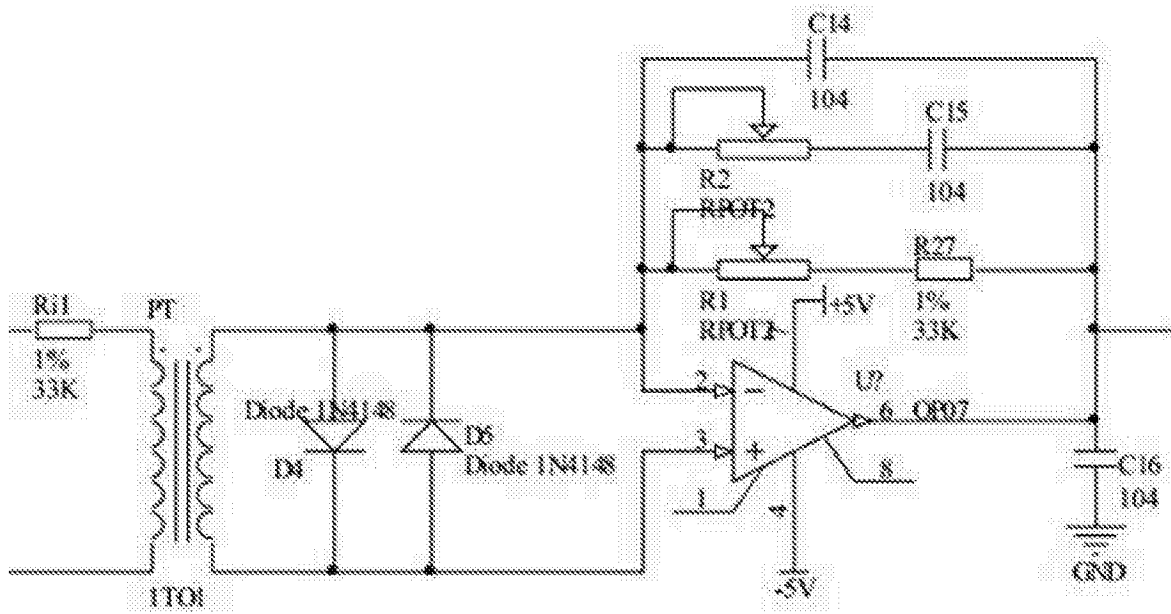


图 3

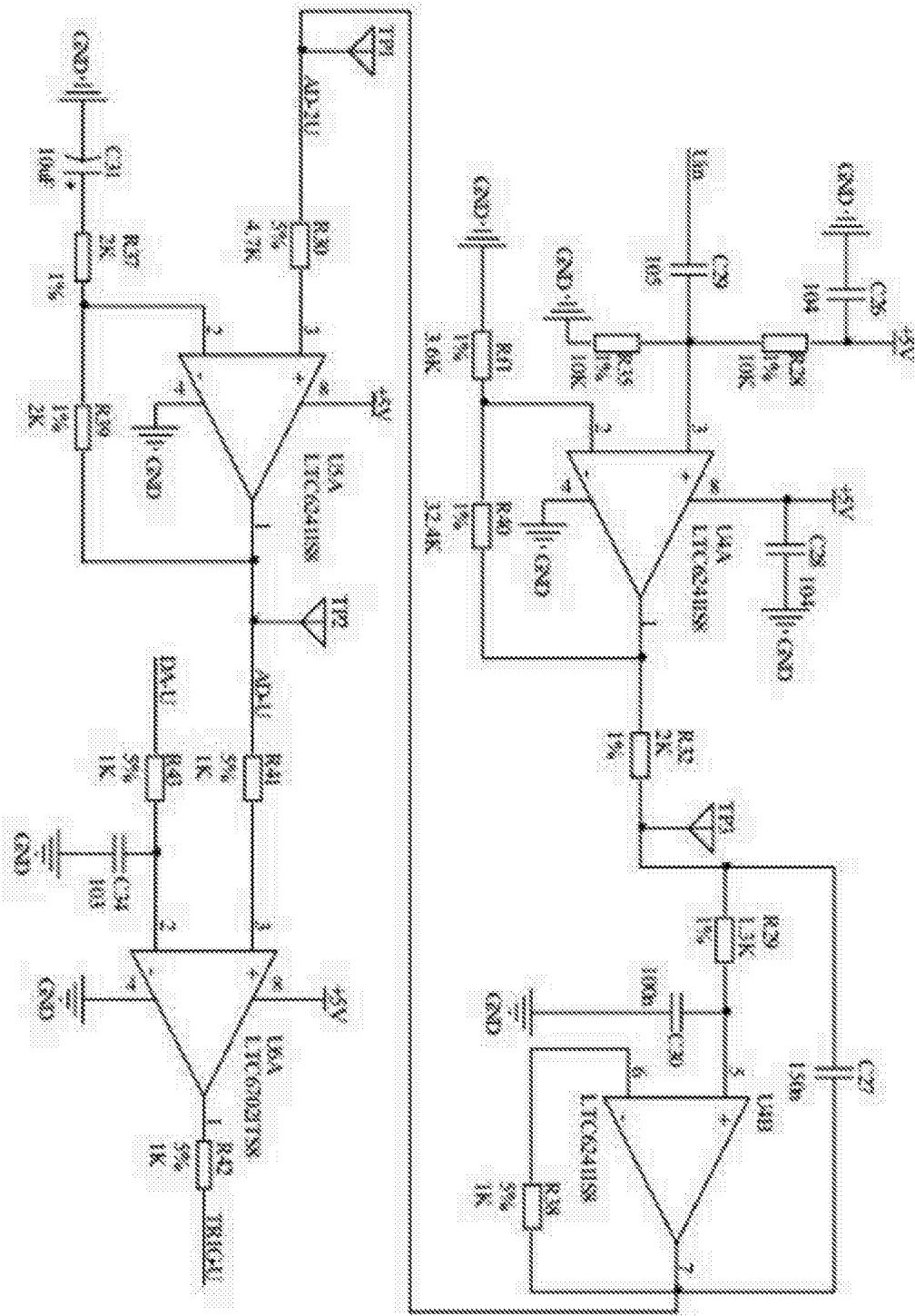


图 4

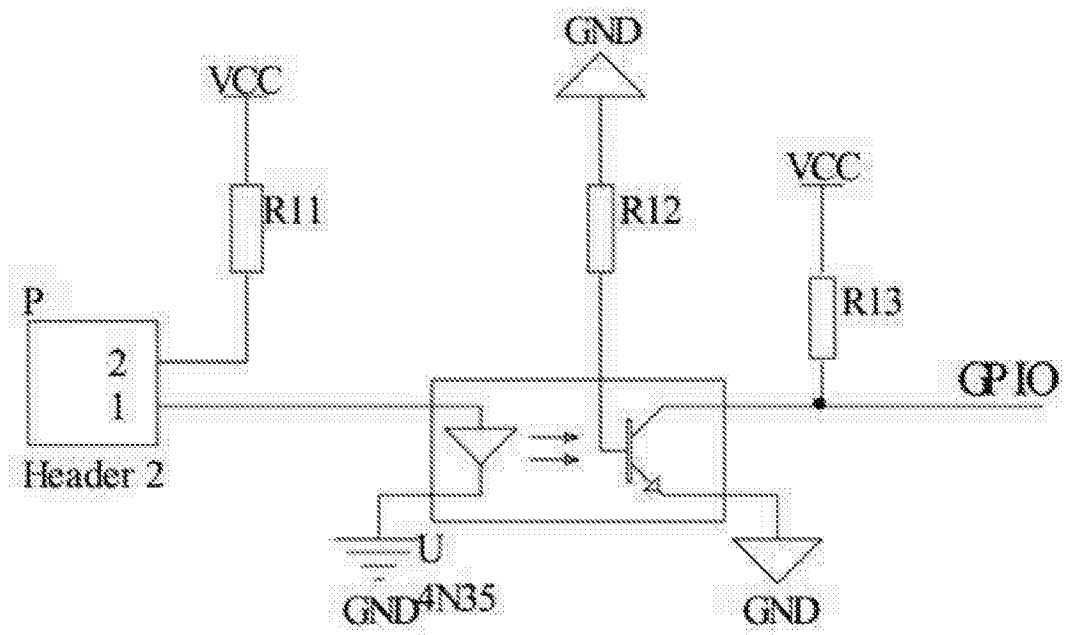


图 5

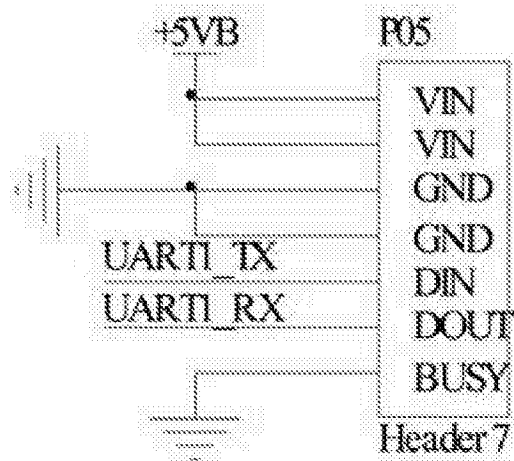


图 6

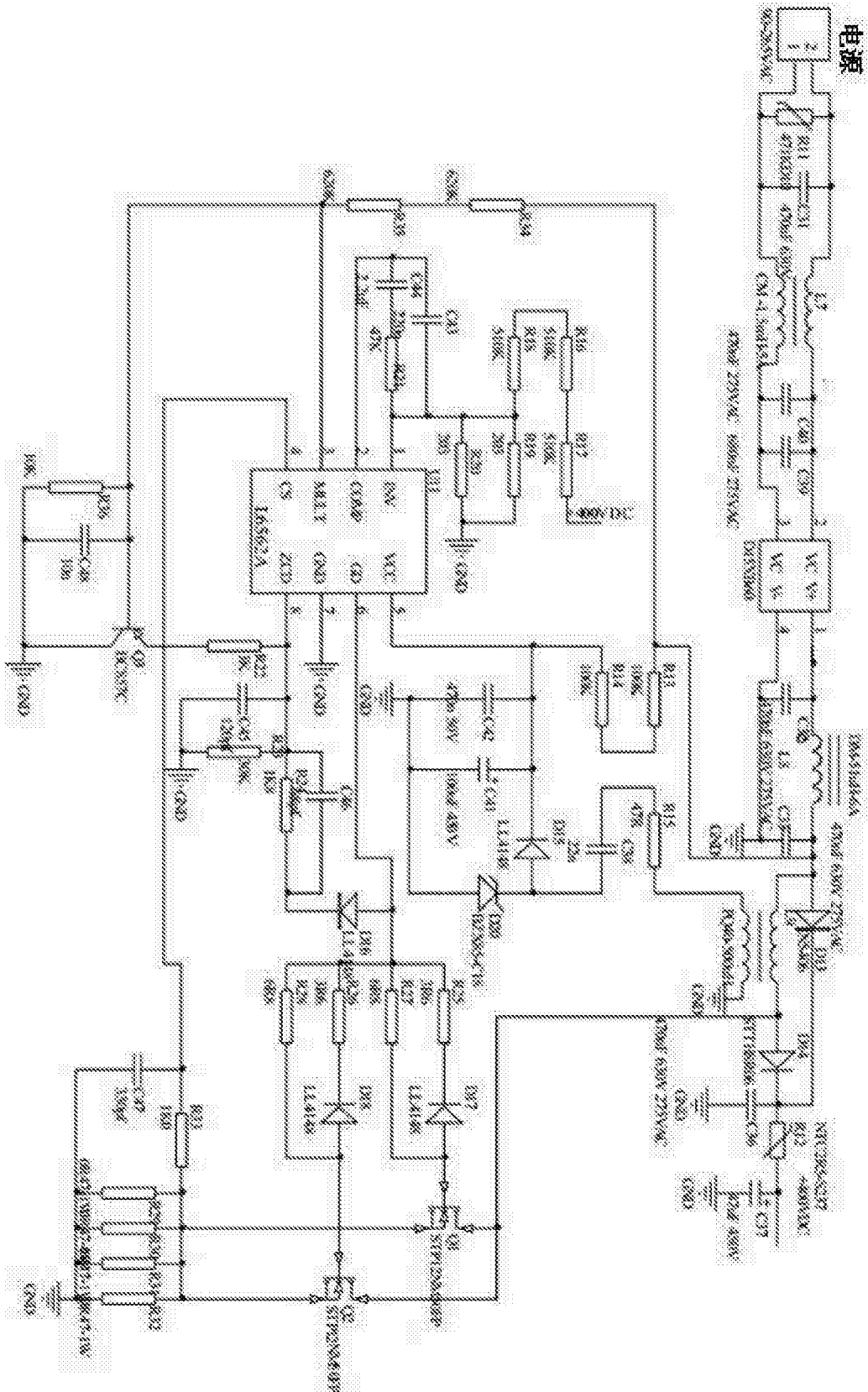


图 7

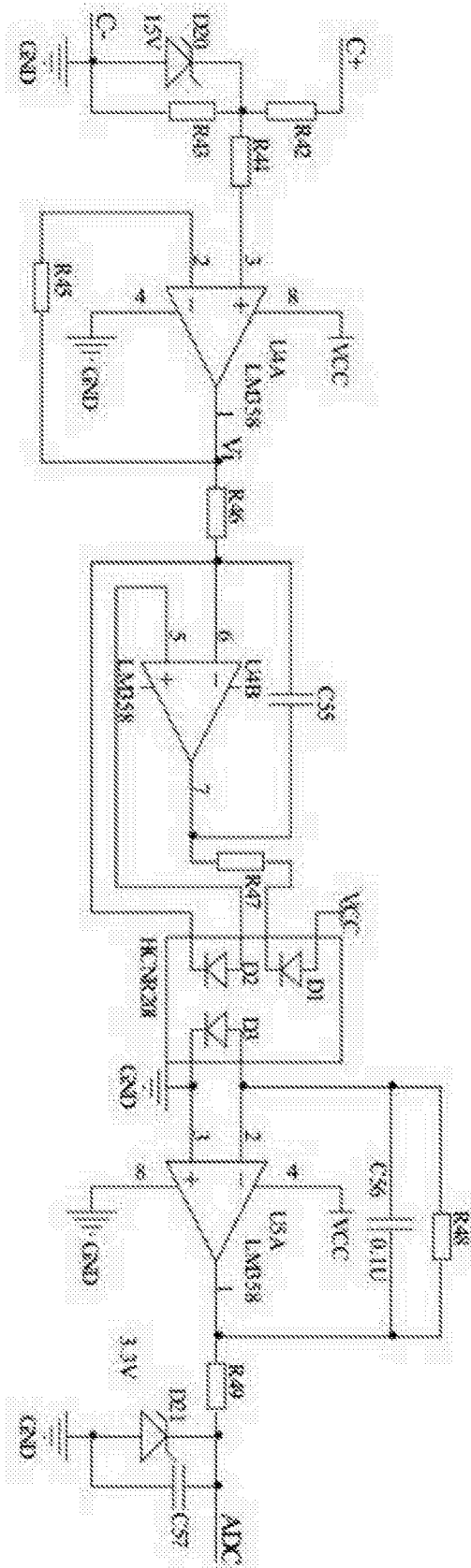


图 8

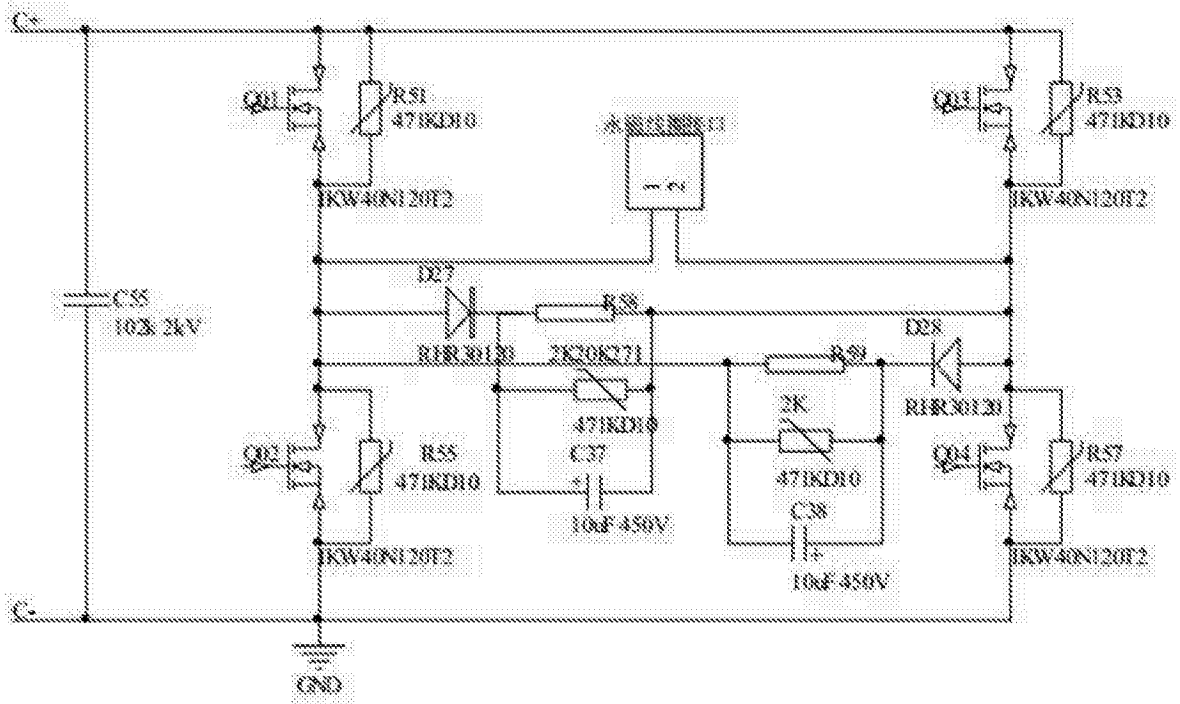


图 9

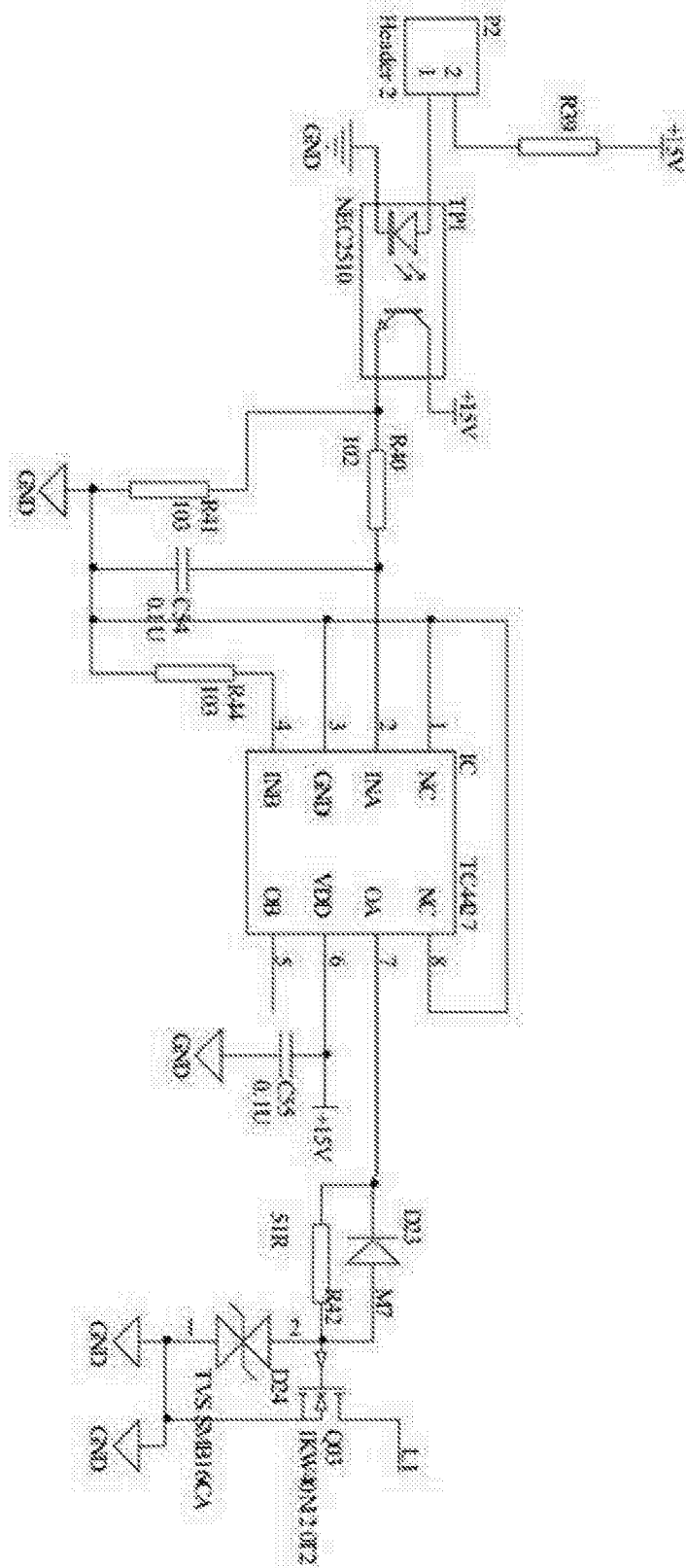


图 10