



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205091423 U

(45) 授权公告日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201520738167. 8

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 09. 22

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 江苏省电力公司无锡供电公司
上海慧东电气设备有限公司

(72) 发明人 何光华 俞骏 浦仕亮 陈伟嵩
孔德武 孙庆明 刘伟强 谢江虹
韩刚

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104

代理人 殷红梅 韩凤

(51) Int. Cl.

G01R 31/08(2006. 01)

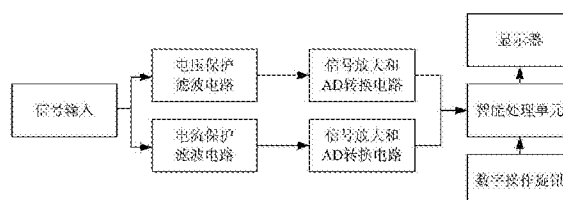
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 实用新型名称

用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置。本实用新型通过在电缆一端施加稳定电流信号,将直流信号智能采集装置连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,电缆另一终端头短接,采集装置自动采集并处理电压和电流信号,通过模拟和数字滤波,之后就可以应用智能电压比较法直接显示故障点百分比和故障点距离测试端距离。本实用新型的优点是,这种用于输电网络中复杂高压电缆系统故障定位的直流信号智能采集装置提高电缆故障查找效率,缩短停电时间,提高供电可靠性,具有很好的市场应用价值。



1. 用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置,其特征是,包括:采样电压保护滤波电路、采样电流保护滤波电路、取样电阻、信号放大和 AD 转换电路以及智能处理单元,所述采样电压保护滤波电路的两个输入端连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,外接高压恒流源经过取样电阻分别连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,所述被测试电缆和辅助电缆另一终端头短接,采样电流保护滤波电路的两个输入端连接取样电阻的两端,所述采样电压保护滤波电路、采样电流保护滤波电路的输出端分别经过一路信号放大和 AD 转换电路连接到智能处理单元;所述采样电压保护滤波电路用于抑制采样电压中的高频、高压脉冲以及消除交流和高频背景干扰信号,将滤波后的信号传输到后一级信号放大和 AD 转换电路;所述采样电流保护滤波电路用于抑制采样电流中的高频、高压脉冲以及消除交流和高频背景干扰信号,将滤波后的信号传输到后一级信号放大和 AD 转换电路;所述信号放大和 AD 转换电路将直流小信号放大,并将直流电压、电流模拟信号转换为数字信号传输给智能处理单元。

2. 如权利要求 1 所述用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置,其特征是,所述采样电压保护滤波电路包括:采样电压保护滤波电路的两个输入端分别连接空气放电管 CR1 两端、滤波电容 C1 两端、共模电感 L1 的两个输入端,共模电感 L1 的两个输出端分别连接压敏电阻 RV1 两端、滤波电容 C2 两端,滤波电容 C2 一端连接电阻 R1 一端,滤波电容 C2 另一端连接滤波电容 C3 一端并接地,电阻 R1 另一端和滤波电容 C3 另一端相连并作为信号输出端。

3. 如权利要求 2 所述用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置,其特征是,所述采样电流保护滤波电路与采样电压保护滤波电路结构相同。

4. 如权利要求 1 所述用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置,其特征是,所述信号放大和 AD 转换电路采用模数转换器 AD7715。

5. 如权利要求 1 所述用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置,其特征是,所述信号放大和 AD 转换电路与智能处理单元之间使用 I²C 总线相连。

用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种电力系统故障定位装置,特别是涉及一种用于查找电力电缆故障点的直流信号智能采集装置。

背景技术

[0002] 高压电缆以其占地少、敷设方便、人身安全保障、供电可靠性高、维护工作量少等优点在高压输变电网络中得到了广泛应用。随着我国大中型城市建设的飞速发展和城市规划的要求,电力系统输变电网络的规模也越来越大,尤其是 110kV 及以上等级的高压输变电网络。网络中的电缆,也是一个复杂的系统,可能含有 GIS 终端;可能含有 T 接头;可能为长线路,包含多个交叉互联段。电缆一旦发生绝缘击穿,往往几天无法定位故障点,拖延供电时间,降低供电可靠性。

[0003] 目前市场上对于 110kV 及以上电压等级输变电网络中电缆故障定位主要利用 Murray 电桥法和行波反射两种。

[0004] 而利用 Murray 电桥对击穿点定位是经典的办法,方便而准确,如图 1。但电桥只能得到百分比,人工计算故障点距离。有时有些故障电桥也无法定位,主要原因为:临近运行电缆的负荷电流产生工频磁场,在故障电缆 XY,及辅助电缆 MN,围成的区域 XYNM 产生感应电压。在检流计的 2 端 M、X 形成可能超过 100V 的工频电压,而用于定位的直流电位差不过 mV 级。因此,检流计容易损坏,或者不能平衡,或因为交流参与电桥平衡,定位比例误差很大。

[0005] 行波反射法主要是二次脉冲法、三次脉冲法和脉冲电流法。脉冲电流法测得的波形复杂,理解起来困难,没有经验的人难以识别出故障点的反射脉冲。如图 2,二次脉冲法保留了脉冲电流法用高压信号击穿故障点的做法,将低压脉冲法引入了高阻故障的测试,使波形更容易理解,便于掌握。如图 3,三次脉冲法,先由高压短时脉冲击穿故障点,紧跟着中压脉冲维持足够长的燃弧,使低压脉冲同步更加可靠。但因高压电缆拥有交叉互联、T 接头,波阻抗产生突变,使定位反射波十分复杂,难以定位,高压脉冲在该点也有能量损失,难以到达远处。

发明内容

[0006] 针对上述问题,经过大量的探索和经验总结,本实用新型提出了一种用于输电网络中复杂高压电缆系统故障定位的直流信号智能采集装置来提高电缆故障查找效率。

[0007] 按照本实用新型提供的技术方案,所述的用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置包括:采样电压保护滤波电路、采样电流保护滤波电路、取样电阻、信号放大和 AD 转换电路以及智能处理单元,所述采样电压保护滤波电路的两个输入端连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,外接高压恒流源经过取样电阻分别连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,所述被测试电缆和辅助电缆另一终端头短接,采样电流保护滤波电路的两个输入端连接取样电阻的两端,所述采样电压保护滤波电路、采样电流保护滤波电路的输出端分

别经过一路信号放大和 AD 转换电路连接到智能处理单元 ;所述采样电压保护滤波电路用于抑制采样电压中的高频、高压脉冲以及消除交流和高频背景干扰信号,将滤波后的信号传输到后一级信号放大和 AD 转换电路 ;所述采样电流保护滤波电路用于抑制采样电流中的高频、高压脉冲以及消除交流和高频背景干扰信号,将滤波后的信号传输到后一级信号放大和 AD 转换电路 ;所述信号放大和 AD 转换电路将直流小信号放大,并将直流电压、电流模拟信号转换为数字信号传输给智能处理单元。

[0008] 具体的,所述采样电压保护滤波电路包括 :采样电压保护滤波电路的两个输入端分别连接空气放电管 CR1 两端、滤波电容 C1 两端、共模电感 L1 的两个输入端,共模电感 L1 的两个输出端分别连接压敏电阻 RV1 两端、滤波电容 C2 两端,滤波电容 C2 一端连接电阻 R1 一端,滤波电容 C2 另一端连接滤波电容 C3 一端并接地,电阻 R1 另一端和滤波电容 C3 另一端相连并作为信号输出端。所述采样电流保护滤波电路与采样电压保护滤波电路结构相同。

[0009] 具体的,所述信号放大和 AD 转换电路采用模数转换器 AD7715。所述信号放大和 AD 转换电路与智能处理单元之间使用 I²C 总线相连。

[0010] 本实用新型的优点是 :本实用新型利用小信号处理采集技术和滤波技术设计符合要求的直流信号智能采集装置。采集装置置于高电位端,显示屏幕和操作也置于高电位端。采集装置强大滤波功能,能在短时间滤除 200V 峰值的交流干扰,又能精确检测几十微伏的直流信号。因此,这种用于输电网络中复杂高压电缆系统故障定位的直流信号智能采集装置提高电缆故障查找效率,缩短停电时间,提高供电可靠性,具有很好的市场应用价值。

附图说明

- [0011] 图 1 是电桥法定位原理图。
- [0012] 图 2 是二次脉冲法原理图。
- [0013] 图 3 是三次脉冲法原理图。
- [0014] 图 4 是本实用新型的实施原理图。
- [0015] 图 5 是本实用新型电路结构框图。
- [0016] 图 6 是采样电压保护滤波电路原理图。
- [0017] 图 7 是采样电流保护滤波电路原理图。
- [0018] 图 8 是信号放大和 AD 转换电路原理图。
- [0019] 图 9 是智能处理单元电路原理图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明。

[0021] 本实用新型将小信号采集技术、滤波技术、现代通讯技术、高低压隔离技术应用到高压电缆故障查找设备中。高压电缆故障定位难点在于电压高,可能几千伏 ;工频干扰大,可能达 200V ;被测直流信号小,可能只有几十微伏。因此可以设计一个采集装置,对地能耐受 10kV 电压,具有强大的滤波功能,具有高精度采样 AD,模拟信号与数字信号之间采用光耦隔离,通过绝缘杠连接一键操作开关可供人体直接操作。

[0022] 整体的故障查找方案是 :通过在电缆一端施加稳定电流信号,将直流信号智能采

集装置连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,电缆另一终端头短接,采集装置自动采集并处理电压和电流信号,通过模拟和数字滤波,之后就可以应用智能电压比较法直接显示故障点百分比和故障点距离测试端距离。原理如图 4 所示。

[0023] 如图 5 所示,本实用新型的用于高压电缆故障定位的直流信号智能采集装置包括:采样电压保护滤波电路、采样电流保护滤波电路、取样电阻、信号放大和 AD 转换电路以及智能处理单元,所述采样电压保护滤波电路的两个输入端连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,外接高压恒流源经过取样电阻分别连接到被测试电缆和辅助电缆的测试端,所述被测试电缆和辅助电缆另一终端头短接(粗短接线),采样电流保护滤波电路的两个输入端连接取样电阻的两端,所述采样电压保护滤波电路、采样电流保护滤波电路的输出端分别经过一路信号放大和 AD 转换电路连接到智能处理单元。

[0024] 信号处理流程说明如下:

[0025] 1、信号输入:对故障电缆和辅助电缆构成的回路测试电压和电流信号。

[0026] 2、采样电压保护滤波电路和采样电流保护滤波电路分别完成对采样电压和采样电流的信号保护和信号滤波功能。

[0027] 其中信号保护是指:对信号输入回路进行保护,主要抑制高频、高压脉冲对后一级模拟电路和数字电路的干扰。

[0028] 信号滤波是指:消除交流和高频背景干扰信号,提取准确的直流电压和电流信息。将滤波后的信号传输到后一级放大电路。

[0029] 3、信号放大和 AD 转换电路对前级电路传输来的有效的电压、电流的直流小信号进行放大,再进行 A/D 变换,即:将直流电压和电流模拟信号转换为数字信号,便于后续数字电路处理。

[0030] 4、智能处理单元:采集微小直流电压和电流数字信号,智能化计算,进一步滤波,剔除无用信息,对数据进行分析计算,得到电缆故障点的位置信息。智能处理单元需要处理数字操作旋钮信息,以便对采集装置进行操作控制和参数设置。智能处理单元将计算结果和采集电压、电流信号信息在显示屏上显示。显示屏上还可以显示系统参数设置信息,显示功能菜单。

[0031] 如图 6,7 分别是采样电压、电流保护及滤波电路。采样电流信号 I_{test} 通过取样电阻 R 转换电压信号,其余的两个电路完全一样。下面以采样电压保护滤波电路为例进行说明。如图 6 所示,采样电压保护滤波电路包括:采样电压保护滤波电路的两个输入端分别连接空气放电管 $CR1$ 两端、滤波电容 $C1$ 两端、共模电感 $L1$ 的两个输入端,共模电感 $L1$ 的两个输出端分别连接压敏电阻 $RV1$ 两端、滤波电容 $C2$ 两端,滤波电容 $C2$ 一端连接电阻 $R1$ 一端,滤波电容 $C2$ 另一端连接滤波电容 $C3$ 一端并接地,电阻 $R1$ 另一端和滤波电容 $C3$ 另一端相连并作为信号输出端。

[0032] 空气放电管 $CR1$,压敏电阻 $RV1$ 都是用来吸收尖峰脉冲。共模电感 $L1$ 抑制共模信号进入信号放大和 AD 转换回路。电阻 $R1$ 和电容 $C3$ 组成 RC 低通滤波电路,抑制工频干扰。

[0033] 电压和电流的信号放大和 AD 转换电路一样,下面以电压回路为例说明。如图 8 所示的电路完成 RC 滤波、运放放大及 AD 转换。

[0034] $U1$ 为四脚晶振,引脚有 OE 端、VCC 端、GND 端、OUT 端。 $U2$ 为芯片 AD7715。AD7715 是一款工业级适合低频测量应用的完整模拟前端,可直接接受来自传感器的低电平输入信

号,并产生串行数字输出。AD7715 采用 $\Sigma-\Delta$ 转换技术,可实现最高 16 位无失码性能。具体电路为:电压(电流)信号经过电阻 R5 连接电容 C8 一端、稳压二极管 Z1 阴极以及 AD7715 的 7 脚,电容 C8 另一端、稳压二极管 Z1 阳极、AD7715 的 8 脚接地;电阻 R4 一端接电源电压 VDD,另一端接电容 C7 一端、电解电容 C9 正端以及 AD7715 的 6 脚,电容 C7 另一端、电解电容 C9 负端接地;电阻 R6 一端接电源电压 VDD,另一端接电容 C10 一端、电解电容 C11 正端、AD7715 的 15 脚、晶振的 VCC 端以及电容 C12 一端,电容 C10 另一端、电解电容 C11 负端、电容 C12 另一端、晶振的 GND 端、AD7715 的 4 脚、10 脚、11 脚、16 脚接地;晶振的 OUT 端接 AD7715 的 2 脚;AD7715 的 9 脚接正的参比电压(2.5V)。

[0035] 电阻 R5 和电容 C8 构成阻容低通滤波,稳压管 Z1 过压保护。电阻 R4、电容 C7、C9 构成阻容低通滤波、电源滤波。电阻 R6、电容 C10、C11 构成阻容低通滤波、电源滤波。U2 的 12、13、14、15 脚为控制脚,可通过单片机编程处理,控制 AD7715 内部运放增益和 AD 采样量程。

[0036] 如图 9 所示,智能处理单元电路主要由 U5、P5、P6 组成,其中 U5 为嵌入式微处理器 ATmega64,该处理器工作时功耗低、抗电磁干扰能力强,是一款工业级处理器,是智能数据处理单元的核心部件,嵌入有专门的数据采集及处理程序,分别处理前级电压、电流的 A/D 转换输出的数据信号,A/D 转换电路与微处理器 U5 之间使用 I²C 总线高速传输数据。P5 和 P6 为液晶屏,用于显示智能处理单元计算结果,显示系统参数设置信息,显示功能菜单。

[0037] 所述智能处理单元完成数据采集及处理程序采样电压和电流信号,利用数字滤波算法剔除干扰信号并对有效数据进行优化。根据用户需要,软件自动换算不同截面电缆长度,根据测试结果计算并显示故障位置百分比和故障点距离。软件自动实现三种故障距离计算方法:截面法、电压比较法和电桥法。具体算法可以使用现有技术,也可以进一步研发。

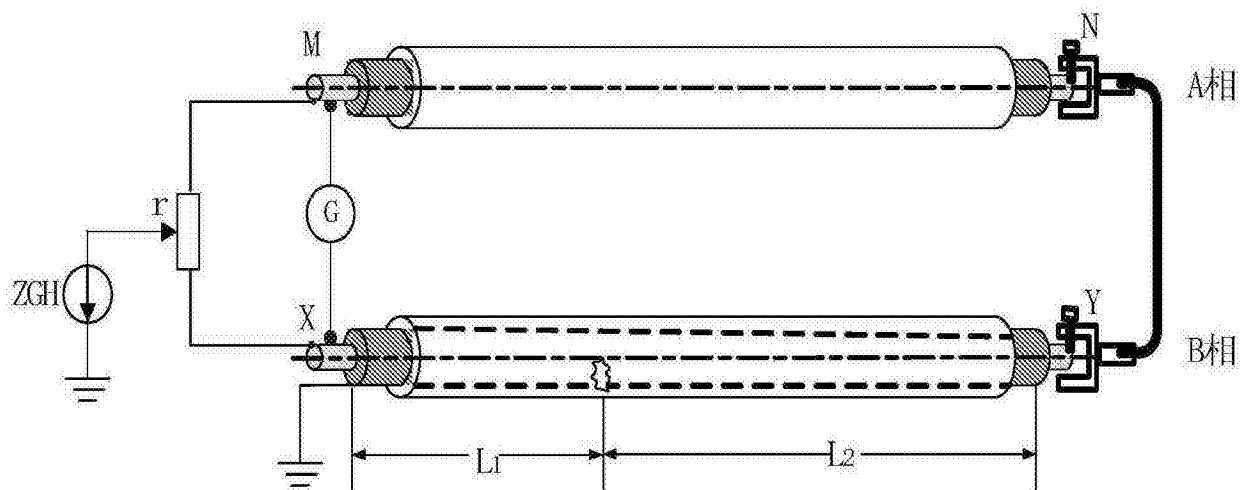


图 1

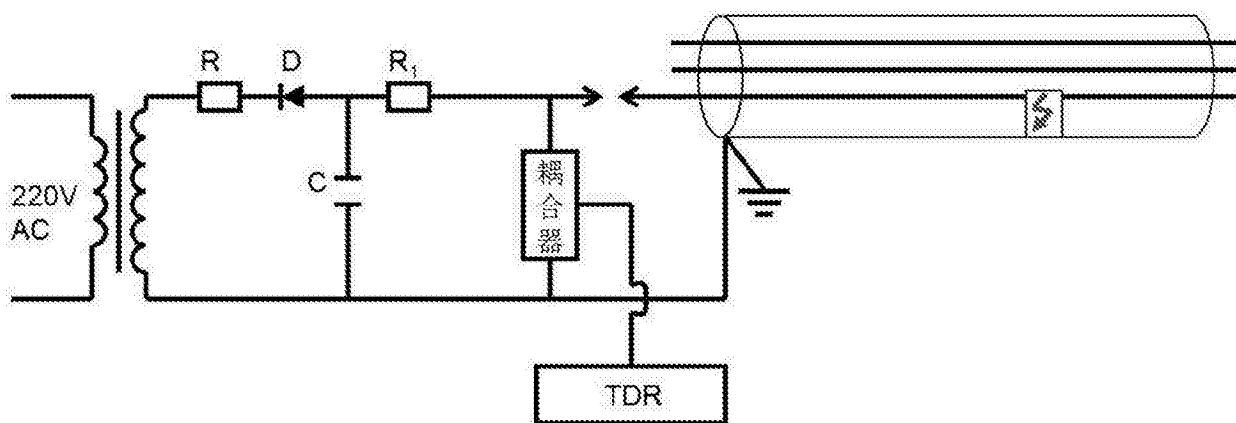


图 2

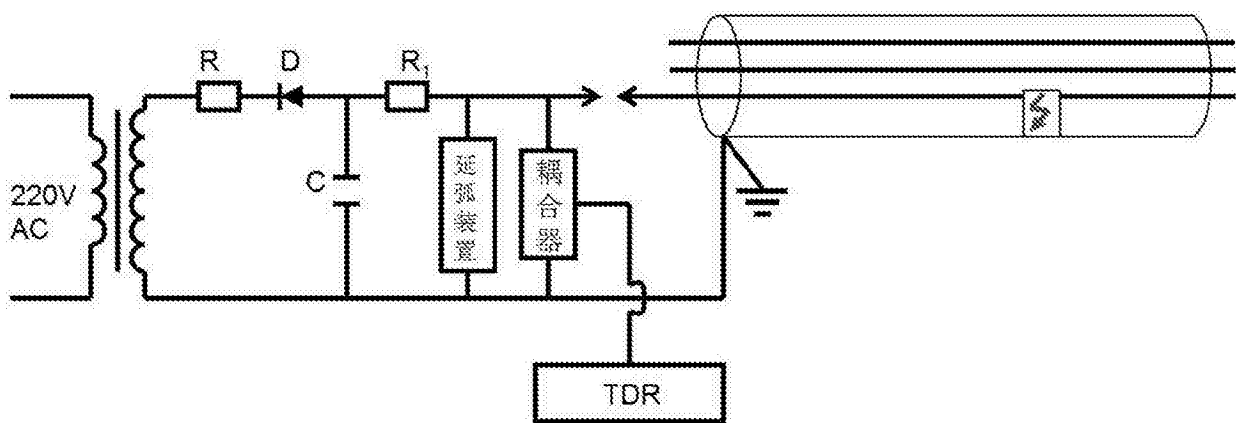


图 3

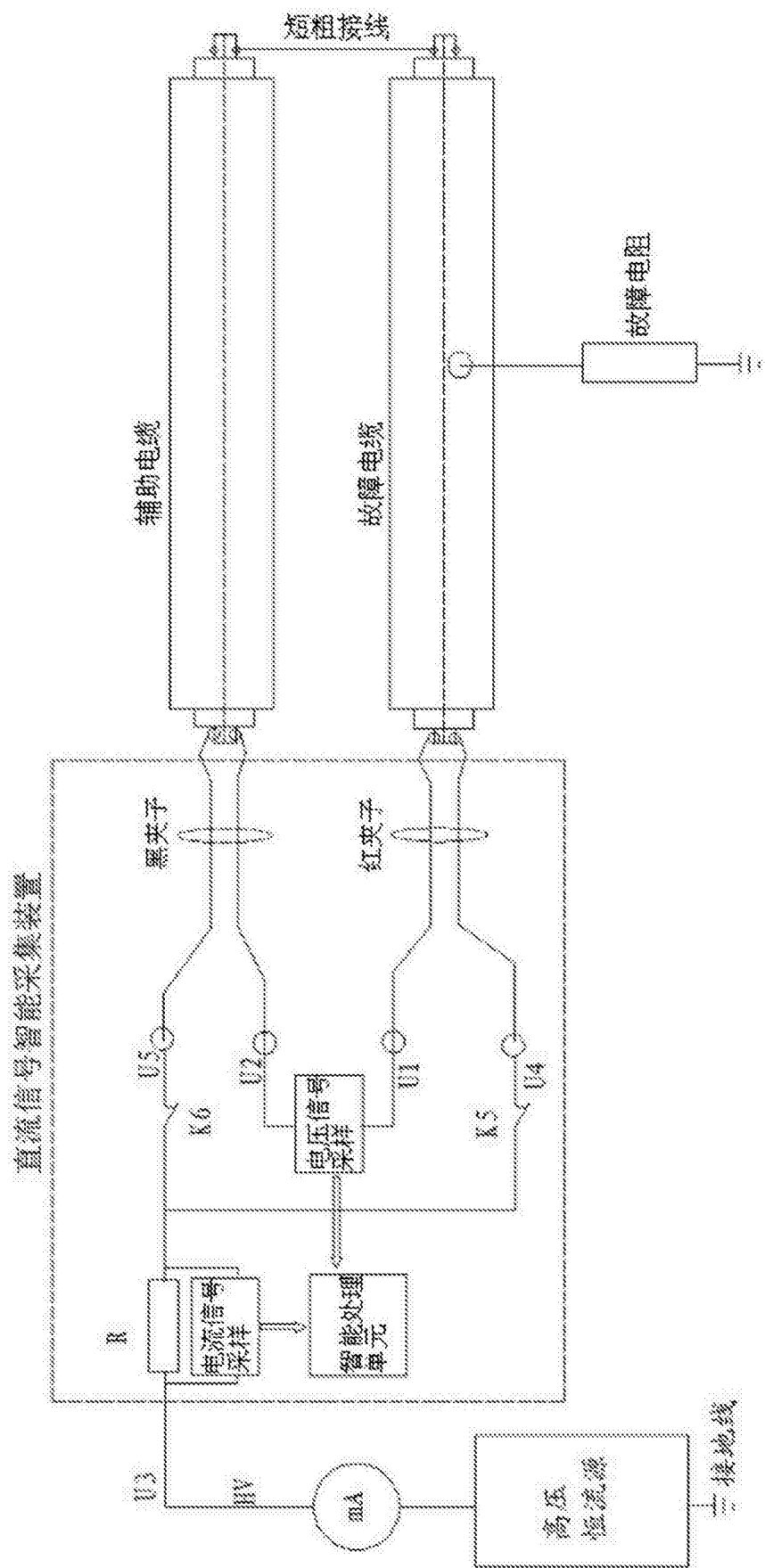


图 4

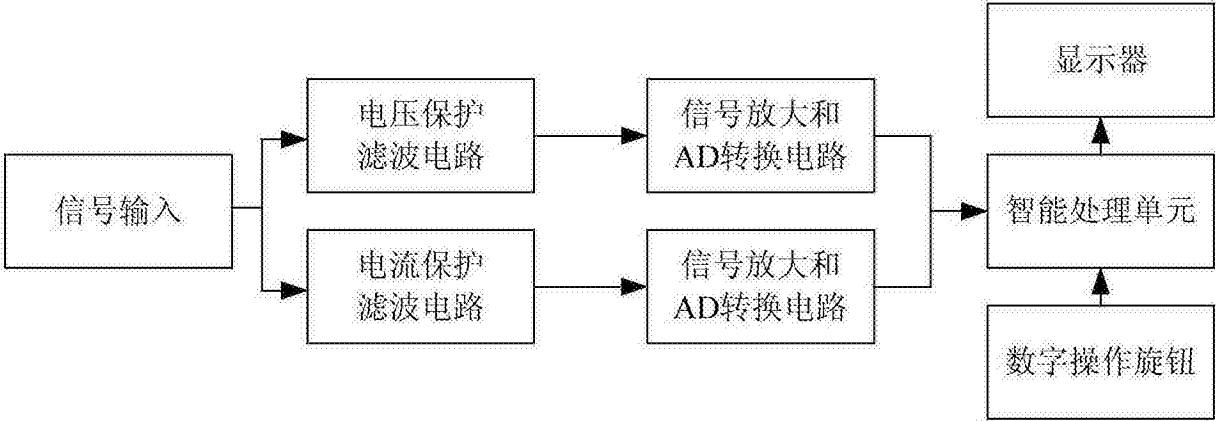


图 5

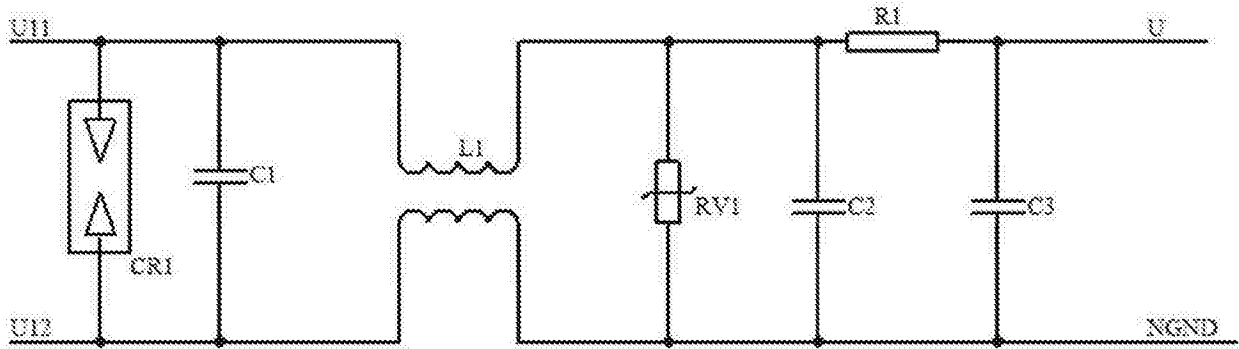


图 6

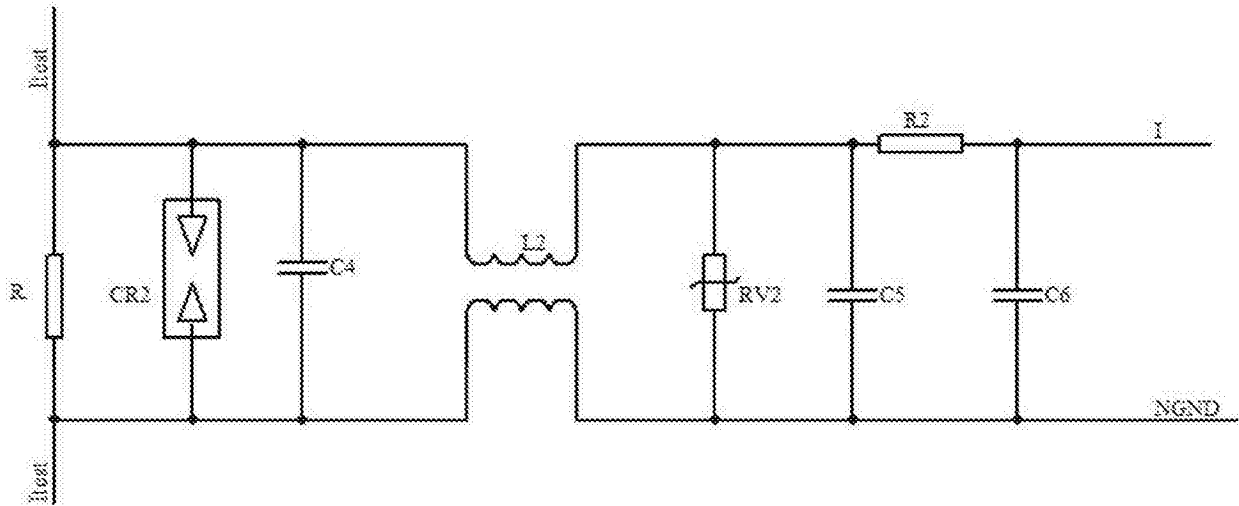


图 7

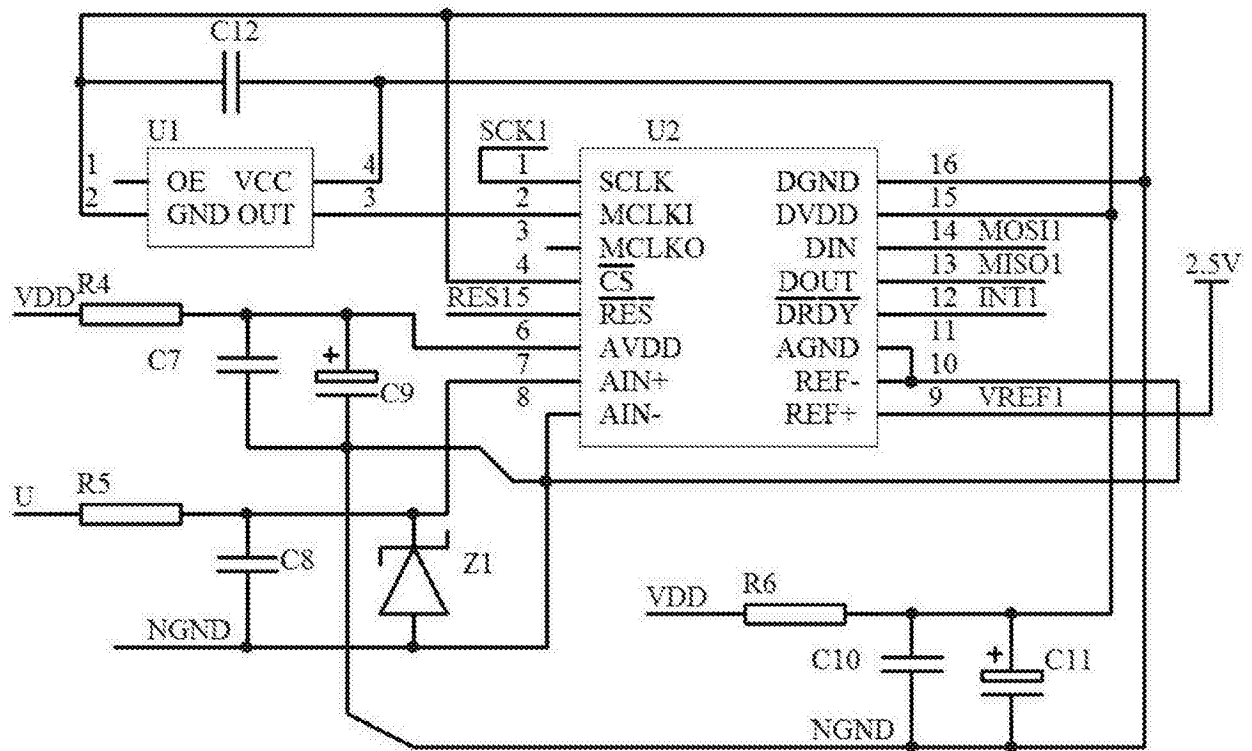


图 8

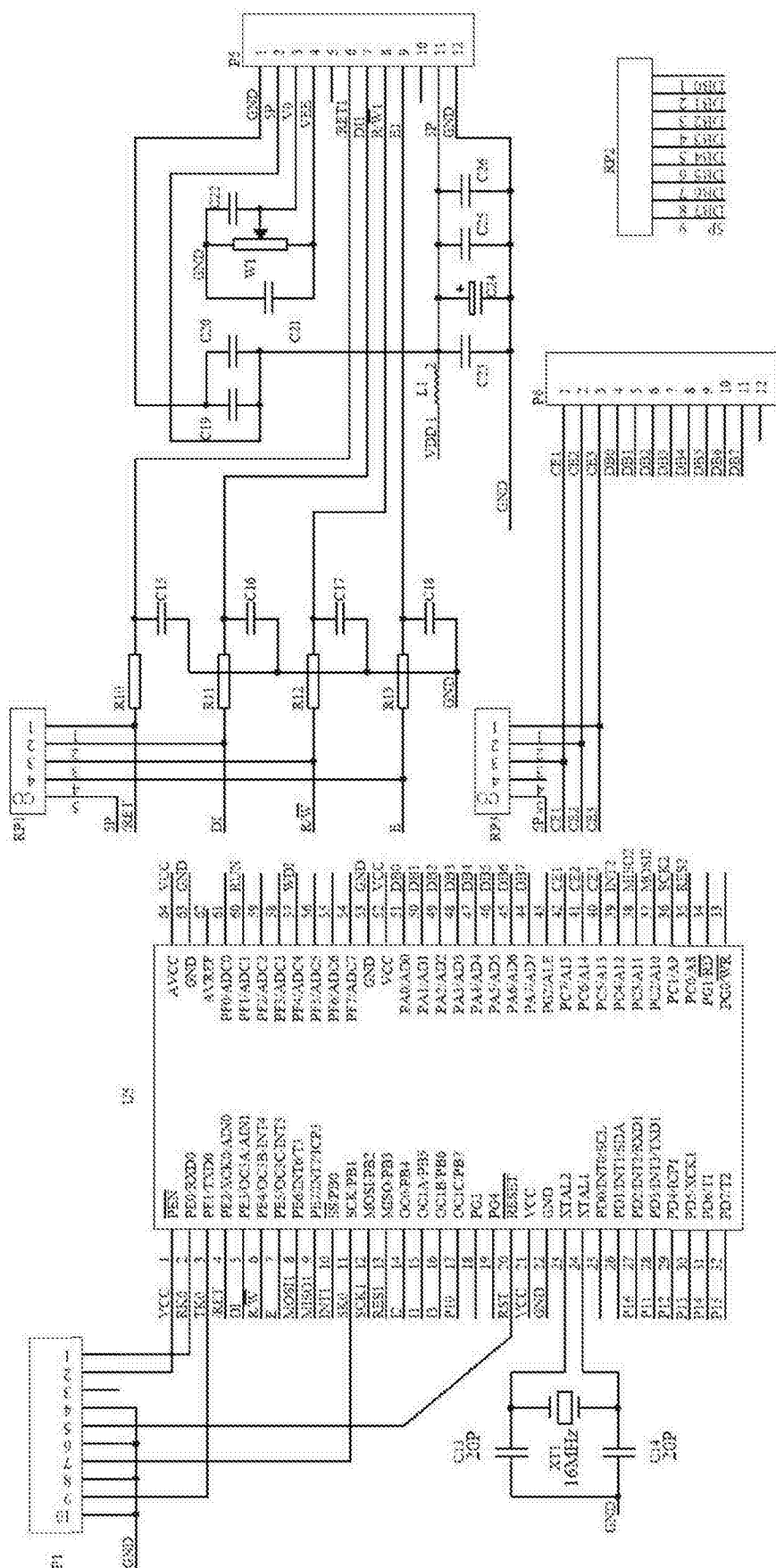


图 9