



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105892394 B

(45)授权公告日 2018.05.15

(21)申请号 201610380871.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.06.01

G05B 19/05(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105892394 A

(56)对比文件

US 2011/0304466 A1,2011.12.15,

CN 103929328 A,2014.07.16,

CN 104154663 A,2014.11.19,

CN 105202835 A,2015.12.30,

(43)申请公布日 2016.08.24

(73)专利权人 松下制冷(大连)有限公司

地址 116000 辽宁省大连市经济技术开发区
淮河西路117、118号(松岚街10号)

审查员 赵捷峰

(72)发明人 王剑新 夏克盛 孙全 张红岩

杨其霖 王文博 吴永东 王景东

徐成毅 王立群 王龙 常兴

张超杰 孟浩

(74)专利代理机构 大连博晟专利代理事务所

(特殊普通合伙) 21236

代理人 于忠晶

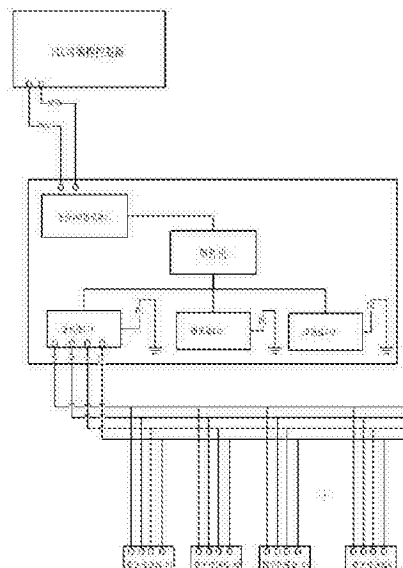
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器

(57)摘要

本发明涉及一种总线控制器,具体涉及应用于溴化锂机组系统控制器的温度传感器总线控制器。提出一种用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,包括多组通讯接口和一组差分RS485接口及单片机;多组通讯接口独立使用或者设置冗余使用,每组通讯接口通过总线连接多个数字温度传感器,通讯接口将数字温度传感器中的温度数据读取并存储至单片机的内存中,冗余使用时,至少一组通讯接口作为备用接口,差分RS485接口与制冷系统中的PLC可编程控制器的RS485接口连接,用于将内存中的温度数据传输至PLC可编程控制器中,单片机内置控制器软件。本发明实现了制冷系统可编程控制器长距离与数字传感器的通讯,降低了成本并且优化了整个系统的复杂程度。



1. 用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:包括多组通讯接口和一组差分RS485接口及单片机;

所述多组通讯接口独立使用或者设置冗余使用,每组通讯接口通过总线连接多个数字温度传感器,通讯接口将数字温度传感器中的温度数据读取并存储至单片机的内存中,冗余使用时,至少一组通讯接口作为备用接口,当任意一组通讯接口出现错误,并且经过若干次尝试仍无法恢复时,备用接口自动代替错误接口继续工作;

所述差分RS485接口与制冷系统中的PLC可编程控制器的RS485接口连接,用于将内存中的温度数据传输至PLC可编程控制器中;

所述单片机内置控制器软件。

2. 根据权利要求1所述的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:所述通讯接口有三组,每组通讯接口通过总线连接0-120个数字温度传感器。

3. 根据权利要求1所述的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:所述控制器软件包括以下功能模块:

1) 故障检测模块:检测通讯接口的短路或断路故障,该模块连续进行三次故障检测,三次检测后未读取到有效的温度数据,则记录故障并关闭相应的通讯接口;

2) 冗余检测模块:根据故障检测模块的检测结果,该模块自动识别布线路径,控制器为冗余配置时,自动配置到其他备用的通讯接口继续工作;

3) 通讯质量检测模块:通讯接口未发生故障时,该模块检测是否有数字温度传感器存在,有数字温度传感器存在的通讯接口则为有效端口,然后该模块搜索所有数字温度传感器,并且校验传感器数据,并根据校验结果计算数字温度传感器的生命周期,生命周期是一个8进制的数值,值越大通讯质量越高,当等于0时,表明传感器彻底消失了,若大于0,则证明传感器存在,若等于255,则证明传感器通讯无故障;

4) 总线电压监控模块:在长距离传输过程中由于导线的电阻特征和电容特征,信号上升沿和下降沿都会被放缓;该模块检视通讯接口总线电压,总线电压达到高电平电压时向总线“充电”,使总线尽快到达电源电压,提高总线通讯速度和通讯质量。

4. 根据权利要求1所述的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:所述差分RS485接口与PLC可编程控制器之间采用Modbus通讯协议。

5. 根据权利要求4所述的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:所述Modbus通讯协议比单片机读取数字温度传感器的优先级别低,单片机读取数字温度传感器时,在需要严格遵守时序的地方屏蔽Modbus通讯功能,即屏蔽Modbus中断,在30us内恢复Modbus接受或发送中断,保证了读取数字传感器的成功率,Modbus状态机轮训机制采用时间中断处理机制,中断时间为1ms。

6. 根据权利要求4所述的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:所述Modbus通讯协议的通讯时序比标准Modbus通讯协议的通讯时序延长12%。

7. 根据权利要求1-6任一所述的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,其特征在于:所述差分RS485接口电路中设置有电源隔离及信号隔离电路。

用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器

[0001] 技术领域:

[0002] 本发明涉及一种总线控制器,具体涉及应用于溴化锂机组系统控制器的温度传感器总线控制器。

[0003] 背景技术:

[0004] 空调系统往往采用模拟传感器作为测量温度的部件,然而模拟传感器通常使用成本较高的贵金属,例如铂来作为传感器的核心部件,而且模拟传感器输出是几毫伏的电压信号,都需要高精度的AD装置采集这些信号,目前市场上的AD装置只有2路,4路或者8路,而工况环境中,一般限制每个AD装置只能集成4路AD端口;而数字传感器成本极低,而且在使用过程中布线方便,体积小,数字传感器可提供9-12位温度测量数据,内置可编程非易失性存储器,温度直接转换为16进制数存储在非易失性存储器,可减少在传输过程中数据受到干扰造成的实际值与测得值之间的误差,然而数字传感器在恶劣的工业环境中长时间工作会存在稳定性差、通讯距离短的问题。

[0005] 数字传感器成本低,该控制器解决了数字传感器通讯距离短的缺点。尤其为制冷系统专门设计的冗余,摆率控制等功能,大大提高了数字传感器的稳定性。是数字传感器能在恶劣的工业环境中长时间稳定工作。省掉成本较高的模拟传感器和高精度AD装置。节约了生产成本,给企业带来更高的效益。

[0006] 发明内容:

[0007] 为解决现有技术中存在的问题,本发明提出了为制冷系统专门设计的带冗余的总线控制器,大大提高了数字传感器的稳定性,解决了数字传感器通讯距离短的缺点,能使数字传感器能在恶劣的工业环境中长时间稳定工作,省掉成本较高的模拟传感器和高精度AD装置。节约了生产成本,给企业带来更高的效益。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:提出一种用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,包括多组通讯接口和一组差分RS485接口及单片机;

[0009] 所述多组通讯接口独立使用或者设置冗余使用,每组通讯接口通过总线连接多个数字温度传感器,通讯接口将数字温度传感器中的温度数据读取并存储至单片机的内存中,冗余使用时,至少一组通讯接口作为备用接口,当任意一组通讯接口出现错误,并且经过若干次尝试仍无法恢复时,备用接口自动代替错误接口继续工作;

[0010] 所述差分RS485接口与制冷系统中的PLC可编程控制器的RS485接口连接,用于将内存中的温度数据传输至PLC可编程控制器中;

[0011] 所述单片机内置控制器软件。

[0012] 所述通讯接口有三组,每组通讯接口通过总线连接0-120个数字温度传感器。

[0013] 所述控制器软件包括以下功能模块:

[0014] 1) 故障检测模块:检测通讯接口的短路或断路故障,该模块连续进行三次故障检测,三次检测后未读取到有效的温度数据,则记录故障并关闭相应的通讯接口;

[0015] 2) 冗余检测模块:根据故障检测模块的检测结果,该模块自动识别布线路径,控制器为冗余配置时,自动配置到其他备用的通讯接口继续工作;

[0016] 3) 通讯质量检测模块: 通讯接口未发生故障时, 该模块检测是否有数字温度传感器存在, 有数字温度传感器存在的通讯接口则为有效端口, 然后该模块搜索所有数字温度传感器, 并且校验传感器数据, 并根据校验结果计算数字温度传感器的生命周期, 生命周期是一个8进制的数值, 值越大通讯质量越高, 当等于0时, 表明传感器彻底消失了, 若大于0, 则证明传感器存在, 若等于255, 则证明传感器通讯无故障;

[0017] 4) 总线电压监控模块: 在长距离传输过程中由于导线的电阻特征和电容特征, 信号上升沿和下降沿都会被放缓; 该模块检视通讯接口总线电压, 总线电压达到高电平电压时向总线“充电”, 使总线尽快到达电源电压, 提高总线通讯速度和通讯质量。

[0018] 所述差分RS485接口与PLC可编程控制器之间采用Modbus通讯协议。

[0019] 所述Modbus通讯协议比单片机读取数字温度传感器的优先级别低, 单片机读取数字温度传感器时, 在需要严格遵守时序的地方屏蔽的Modbus通讯功能, 即屏蔽Modbus中断, 在30us内恢复Modbus接受或发送中断, 保证了读取数字传感器的成功率, Modbus状态机轮训机制采用时间中断处理机制, 中断时间为1ms。

[0020] 所述Modbus通讯协议的通讯时序比标准Modbus通讯协议的通讯时序延长12%。

[0021] 所述差分RS485接口电路中设置有电源隔离及信号隔离电路。

[0022] 本发明总线控制器设置有三组通讯接口及一组RS485接口, 3组通讯接口可以配置为独立使用, 或者相互冗余。当任意一组接口出现错误, 并且经过若干次尝试仍无法恢复时, 该通讯接口被关闭, 其他接口被连接到出错的端口, 控制器继续工作。差分RS485接口与其他接口在电气上完全隔离, 可以减少工业环境或者其他恶劣环境中的干扰。通讯距离最大为1km, 且内置ESD保护电路。差分RS485接口与制冷系统中的PLC可编程控制器通讯, PLC读取与通讯接口相连的各个数字温度传感器的数值。本发明采用了精细的阻抗匹配和智能软件控制、压摆率控制等方法保证该网络能够在普通RVVP导线上实现300m的通讯距离。

[0023] 本发明通过设计一个带冗余功能数字温度传感器控制器, 实现了制冷系统可编程控制器长距离与数字传感器的通讯, 降低了使用温度传感器的成本并且优化了整个系统的复杂程度, 进一步简化传感器安装, 布线, 控制等过程, 配合上位可编程逻辑控制器, 实现了对制冷机各个位置温度采集的功能。

附图说明

[0024] 图1为现有技术的温度采集系统示意图;

[0025] 图2为本发明的温度采集系统示意图;

[0026] 图3为本发明的总线连接示意图;

[0027] 图4为导线在300m远端位置的下降沿信号波形;

[0028] 图5为远端信号反射到驱动电路的下降沿信号波形;

[0029] 图6为经优化后的通讯信号波形;

[0030] 图7为近距离布线方式示意图;

[0031] 图8为手拉手连接方式示意图;

[0032] 图9为星形连接方式示意图;

[0033] 图10为长距离布线方式示意图;

[0034] 图11为本发明的电源部分连接示意图;

[0035] 图12为本发明的数字温度采集接口电路图。

具体实施方式

[0036] 下面结合具体实施例对本发明作进一步详细说明,但本发明并不局限于具体实施例。

[0037] 制冷系统中温度采集大多采用如图1的采集系统,采用模拟传感器采集制冷系统中的温度信号,模拟传感器的输出信号经高精度的AD采集模块进行数据转换后输送至中枢的PLC智能可编程控制器中。如图2采用本发明的温度控制器之后,用一个温度控制器可代替多个高精度AD装置,用DS18B20数字传感器代替原模拟传感器。通过数字传感器采集制冷系统中的冷温水入口温度、冷温水出口温度、冷却水入口温度、冷却水出口温度、冷却水中间温度、温水器入口温度、温水器出口温度、低温再生器温度、冷媒温度等温度;温度控制器接收数字传感器DS18B20采集并输出的数字信号后,通过温度控制器内部的电子电路硬件处理后将信号传输给单片机,在单片机内通过软件程序对接收到的数据处理;处理完的信号通过RS485转换芯片转换成RS485信号输出至中枢PLC可编程控制器,供控制系统使用。

[0038] 原来每个模拟传感器都必须连接到AD装置,现在从电器柜内出一根总线,所有传感器连接到这根总线上即可。总线包括总线电缆和集线电路板,数字传感器导线末端直接插接到集线电路板上,每个集线电路板使用总线电缆连接到数字传感器总线控制器上。PLC可编程逻辑控制器使用Modbus指令从数字温度传感器控制器中读取温度数据。

[0039] 如图3所示的用于制冷系统的带冗余数字温度传感器总线控制器,包括三组通讯接口和一组差分RS485接口及单片机;每组通讯接口的P、N引脚连接传感器电源,DT引脚连接传感器通信端口,PE引脚连接导线屏蔽层。三组通讯接口独立使用或者设置冗余使用,每组通过总线连接多个数字温度传感器,通讯接口将数字温度传感器中的温度数据读取并存储至单片机的内存中,独立使用时,三组通讯接口可连接三个独立的大型温度传感器网络;冗余使用时如图3,一组通讯接口通过总线连接多个数字温度传感器,其他两组通信接口作为备用接口,当通讯接口出现错误时,单片机并且经过若干次尝试仍无法恢复时,备用接口自动代替错误接口继续工作。

[0040] 差分RS485接口与制冷系统中的PLC可编程控制器的RS485接口端485A及485B连接,用于将内存中的温度数据传输至PLC可编程控制器中。差分RS485接口电路中设置有电源隔离及信号隔离电路,隔离的485接口有较强的抗干扰能力,并且隔离的DC/DC电源允许485接口连接到不同直流电源电源控制的系统中。该系统在485接口上运用Modbus RTU协议将数据采集到可编程逻辑控制器中。

[0041] Modbus RTU协议是完整的Modbus协议,时序上符合国际标准,并且为数字传感器的通讯协议专门优化。控制器软件将数据采集到内存里面。内存区划分为IO输入,IO输出,寄存器输入,寄存器输出等区域。Modbus根据指令内容自动读取相关区域的数据。也可以读取控制器相关状态。完整的Modbus可以是任意支持Modbus协议的产品链接到该网络中。该Modbus的核心是Modbus的状态机。Modbus根据协议的状态控制下一步做什么。例如当Modbus处于初始化,那么则切换至接受状态;如果是接受状态,那么下一步还是接受状态;如果是接受完成状态,那么下一步是校验,读取内存,发送状态等等。当接受到数据时,Modbus以中断方式接受数据,每次接受到数据后设置一个定时器,时间为3.5倍接受字符时

间。以9600bps, N, 8, 1为例, 每个字符11位, 包含起始位1位, 8位数据, 停止符1位, 校验位0位。一个字符的时间为 $1000\text{ms} \div 9600 \times 11 \times 3.5 = 4.01\text{ms}$ 。当在该时间内没有接受到数据, 定时器溢出, 则认为一条数据被接受完毕。以中断方式比轮询方式更加减少处理器处理时间。由于数字传感器通讯协议需要精度极高的时序控制, 一个通用的Modbus协议不能满足该控制器的要求。类如在Modbus通讯过程中, 接受数据发送数据都是以中断自动完成的, 然而中断执行需要时间, 这个时间会影响读取数字传感器的效果。导致通讯出错。该控制器采用了若干方法解决通讯问题。主要的方法是使控制器的Modbus软件比读取数字传感器的优先级低, 然而又保持其实时性。当控制器读取数字传感器时, 在一些需要严格遵守时序的地方屏蔽的Modbus接口通讯功能, 即屏蔽中断, 在30us内必须恢复Modbus接受或发送中断。保证了读取数字传感器的成功率。Modbus状态机轮训机制也从主进程改为时间中断处理, 中断时间为1ms。从而Modbus的执行过程和读取传感器的执行过程在IO控制上是不会相互被中断, 在整个控制过程上又是同时工作的。

[0042] 总线温度控制器的总线协议是在标准的总线协议上修改而来的专用于长距离传输数据的协议。在长距离传输过程中, 由于导线存在阻抗, 信号在长距离远端会失真, 如图4所示。随着通讯距离变长, 波形失真程度将会变大。当距离超过一定程度, 远端传感器将不能检测到控制器发送的信号。本发明通过大量实验, 将通讯时序延长, 大约比标准协议延长12%, 从而使通讯距离得到更一步改善; 硬件电路中使用MOSFET改善IO的驱动能力, 使用普通屏蔽导线即可将通讯距离提高到300m; 远端信号不仅仅影响数字传感器, 也影响控制器, 如图5为在下降沿时, 远端信号反射到控制器端口的波形图。因此在整个通讯周期, 控制器都会对波形进行严格控制, 例如在上拉时, 控制器输出高电平将总线电压尽快提升至电源电压等。

[0043] 总线温度控制器的单片机内置控制器软件, 控制器软件主要包括以下功能模块:

[0044] 1) 故障检测模块: 检测通讯接口的短路或断路故障, 该模块连续进行三次故障检测, 三次检测后未读取到有效的温度数据, 则记录故障并关闭相应的通讯接口;

[0045] 2) 冗余检测模块: 根据故障检测模块的检测结果, 该模块自动识别布线路径, 控制器为冗余配置时, 自动配置到其他备用的通讯接口继续工作;

[0046] 3) 通讯质量检测模块: 通讯接口长时间处于短路时, 端口将有可能被烧毁。内置的该端口的保险丝被熔断, 端口变为断路; 在未发生短路时, 该模块检测是否有传感器存在, 如果存在, 端口则为有效状态, 再接下来控制器搜索所有传感器, 并且校验传感器的数据, 并根据校验结果来预测端口的状态。校。如果校验值和校验结果都是零, 是由于网络过大, 通讯失败。如果是校验出错, 则可能是浪涌造成的。这种情况下, 控制器将重试3次直至将所有传感器数据读出至内存中, 并且计算其生命周期为上位机提供传感器的通讯质量参数, 生命周期是一个8进制的数值, 值越大通讯质量越高, 当等于0时, 表明传感器彻底消失了, 若大于0, 则证明传感器存在, 若等于255, 则证明传感器通讯无故障;

[0047] 4) 总线电压监控模块: 在长距离传输过程中由于导线的电阻特征和电容特征, 信号上升沿和下降沿都会被放缓; 该模块检视通讯接口总线电压, 总线电压达到高电平电压时向总线“充电”, 使总线尽快到达电源电压, 提高总线通讯速度和通讯质量, 通讯信号经优化后, 总线被“充电”的波形如图6所示。

[0048] 数字温度传感器总线控制器在读取所有数字温度传感器数据之后, 将各个温度传

传感器的数据按照指定的顺序放在内存空间中。Modbus协议读取某个特定的内存区域之后的数据即代表某个特定位置的传感器温度。当传感器不存在,即温度传感器被拔出或者温度传感器损坏的情况下,上位PLC可编程逻辑控制器可根据控制器计算的传感器生命周期来控制报警或者从系统中删除传感器。

[0049] 数字温度传感器总线控制器与各个数字温度传感器的布线方式可灵活选择,见图7-10。图7,图8,图9一般在近距离时更加方便,而在远距离或者需要冗余时图10的连接方式性能更好一些。图7展示了一种近距离连接方式,控制器与数字传感器距离很近,通讯性能最好。图8展示了一种手拉手连接方式,控制器连接一根通讯线直接连接到数字传感器,传感器并联一根通讯线再连接到其他传感器,这样的连接方式反射能量最低。图9展示一种星形连接方式。在实际使用中,往往星形连接方式更多使用,而且还伴随着手拉手连接,再星形连接。当超出网络半径时,就必须采用图10的网络连接方式。图10是将一个大型的网络分解为几个小型的网络,提高通讯性能。本控制器提供三路一模一样的通讯接口,可以连接到三个独立的大型网络,或者冗余连接到一个或者两个传感器网络中。

[0050] 数字温度传感器具有较宽的电源电压供电范围,并且有极低的功耗。数字温度传感器总线控制器可直接连接到PLC可编程逻辑控制器的电源输出,如图11所示,可节约一个开关电源,仍能保证其485电源与所有系统电源隔离,抗干扰能力强。

[0051] 0W总线端口,为了能在工业环境中稳定工作,将总线分为4个部分并且根据溴化锂系统的特点单独优化。在总线输出为高电平的时候,使用P-MOS来驱动高电平,如图12:R1, C1, Q1组成高电平输出电路, Q1即为P-MOS, C1的作用是保护Q1不受静电击穿, R1和R3的作用是限制P-MOS的输入端电流。0W总线的通讯距离很大程度上跟接口的驱动能力有关。提高接口的驱动能力,可以提高布线距离;在总线输出为低电平的时候,类似于高电平输出电路,使用N-MOS来驱动低电平, R2, C2, Q2, R4组成低电平输出电路;当数字温度传感器工作于寄生电源供电模式时,数字传感器没有单独的电源供电,控制器直接向总线“充电”,由R7, C4, Q3组成“充电”电路,与高电平输出电路类似,但是取消了输出的限流电阻。一般情况下不希望数字传感器工作在寄电模式,工作在寄电模式意味着传感器没有连接到电源,电源断路,但是在不足100m的网络中,使用寄电模式更加方便。任何时刻,高低电平输出和“充电”电路只能有一个电路工作;在总线处于读的状态时,使用电阻R4, R5和电容C3组成的网络提供上拉,并且对信号进行滤波处理。在通讯过程中我们希望上拉电阻越大越好,总线电压会更快的升高到电源电压,电阻R5阻值为920R,加上R4限流电阻,组成一个等效1K的上拉电阻网络。电阻值太小会导致总线输出的低电平电压升高。接口并联肖特基二极管D1、D2,肖特基二极管D1、D2分别导通至电源和地,抑制线路上的干扰,包括ESD冲击和附近导线信号耦合。电阻R6的作用是限制ESD电流,保护控制器内部电路不受ESD损坏。当限流电阻和肖特基二极管都失效时,接口保险丝F1被烧断,软件在通讯时会发现接口断路,则会配置其他接口连接到该接口尝试继续工作。从而实现0W总线接口从软件硬件全部冗余功能。

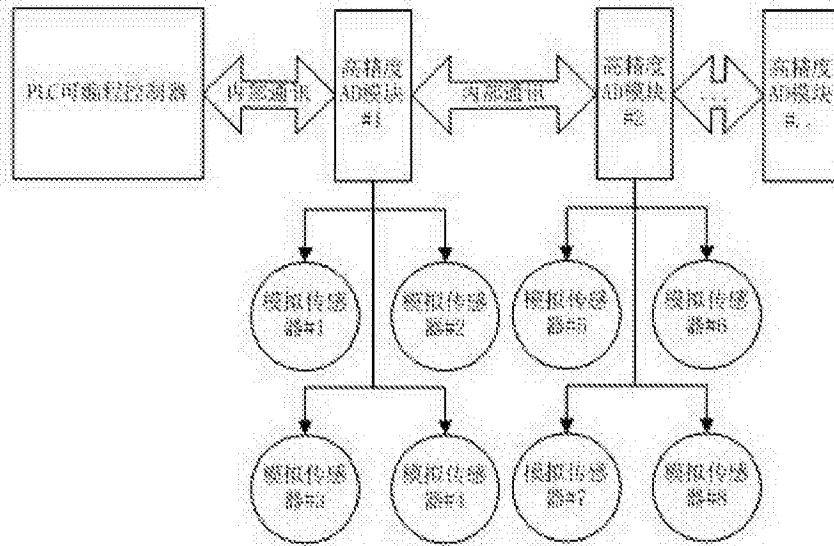


图1

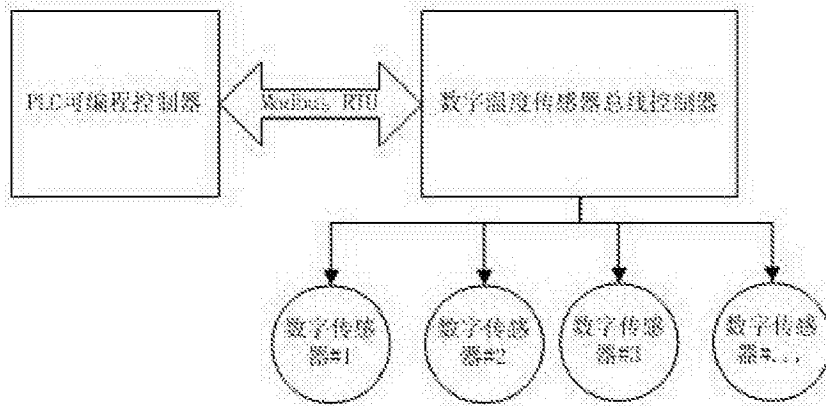


图2

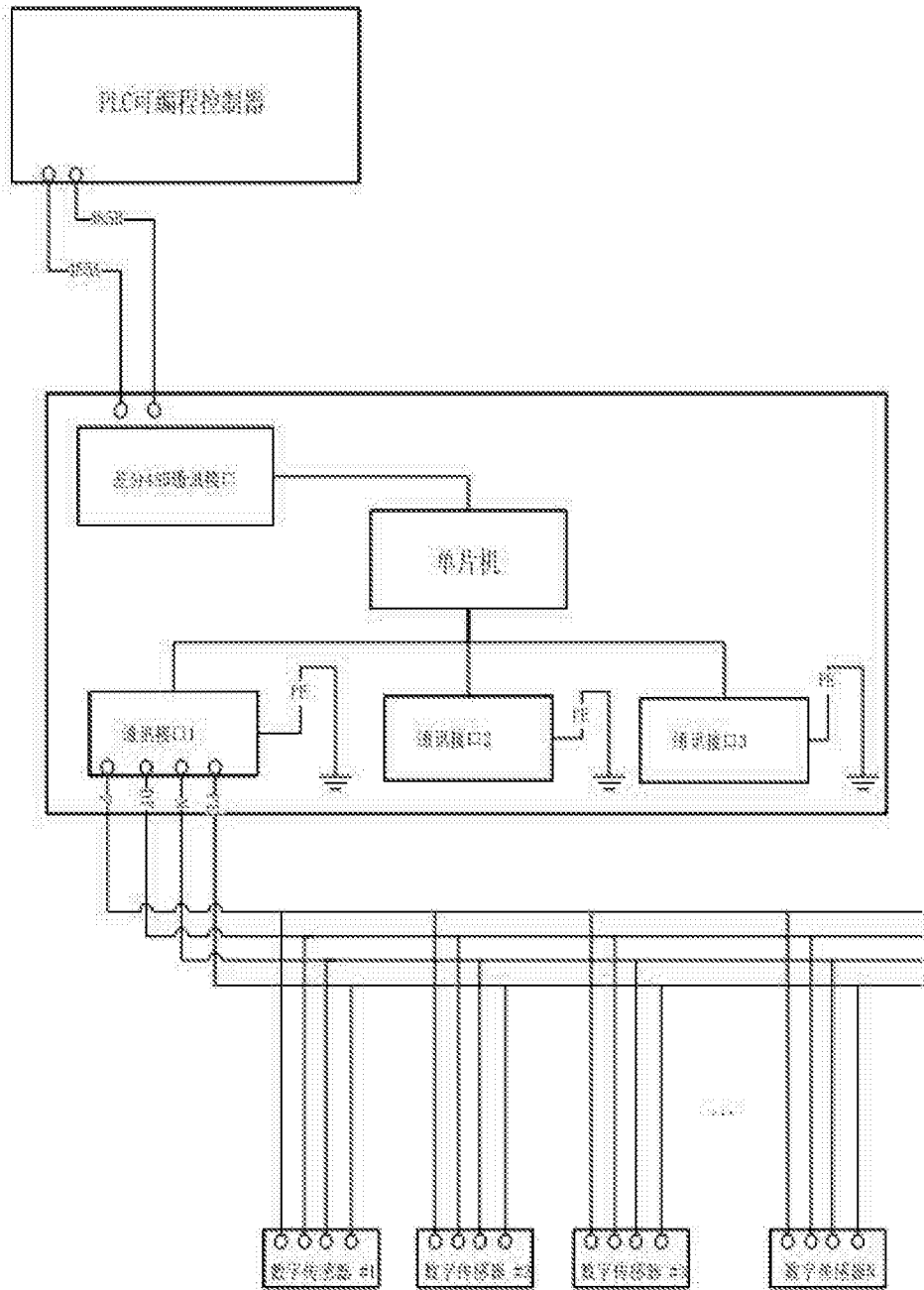


图3

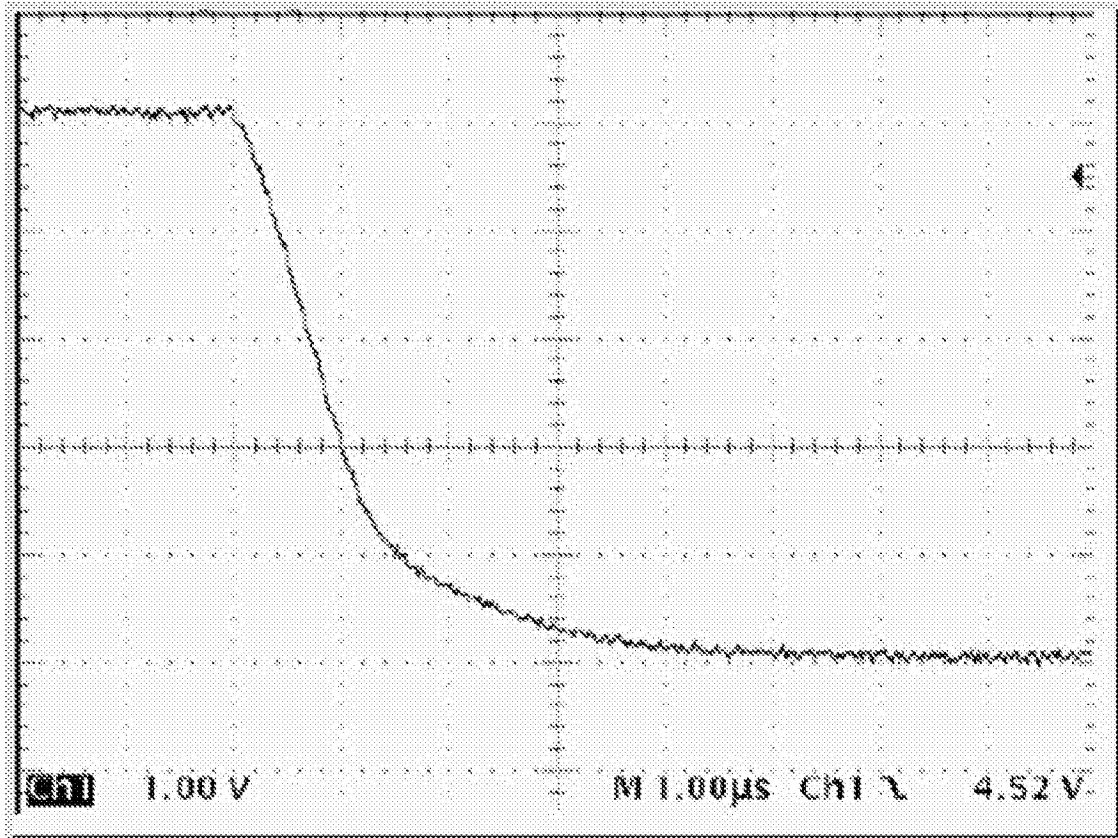


图4

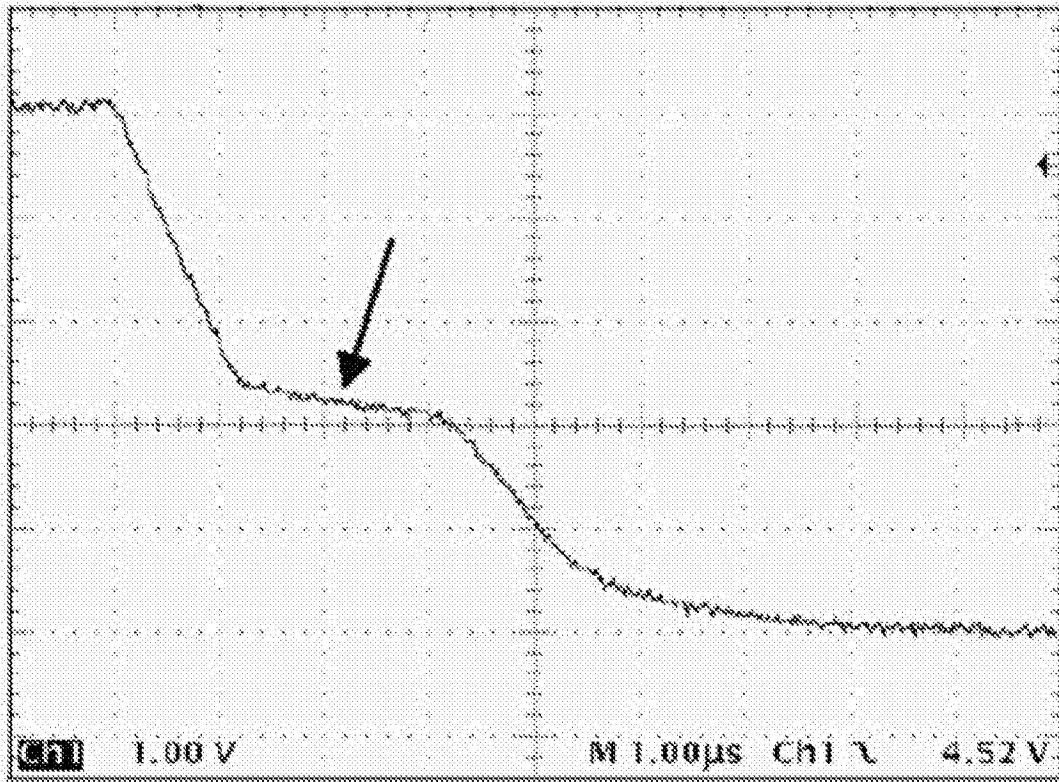


图5

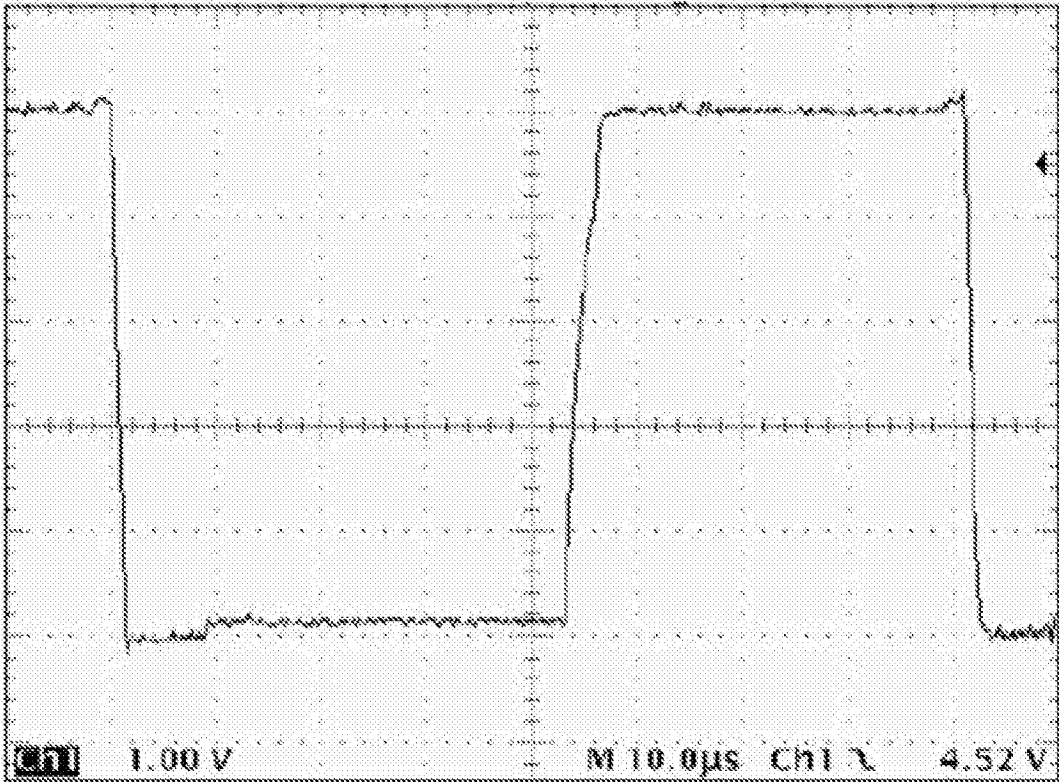


图6

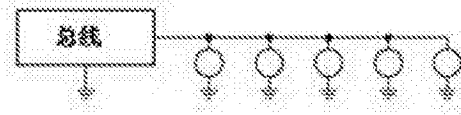


图7

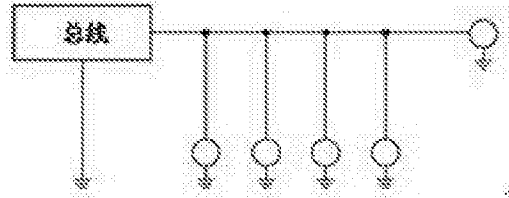


图8

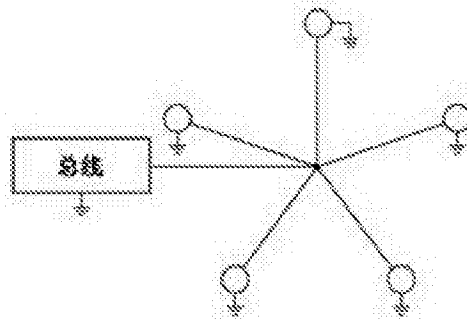


图9

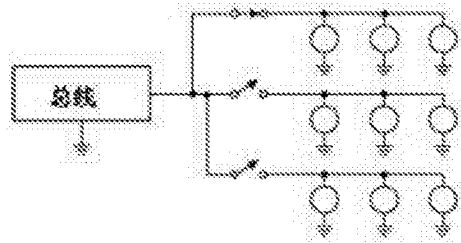


图10

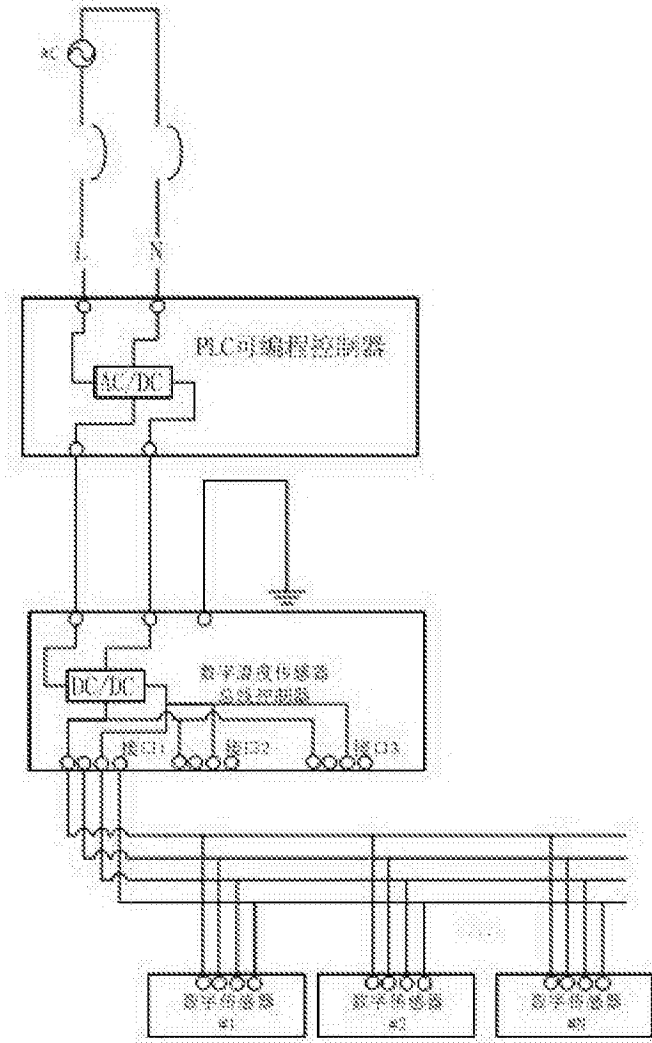


图11

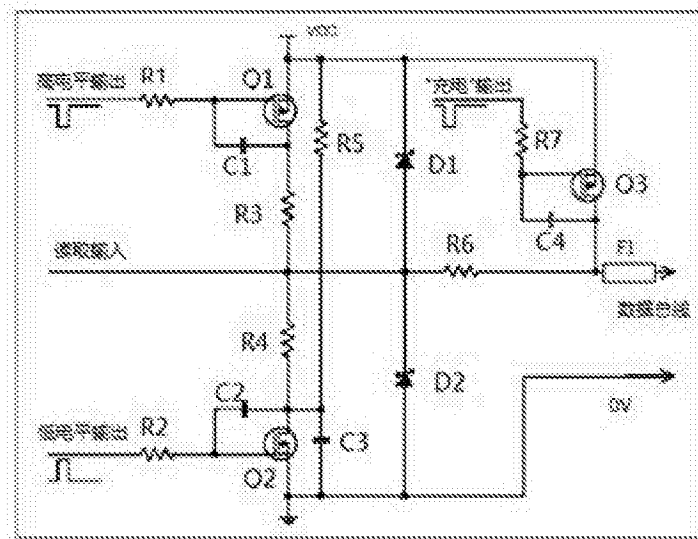


图12