(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107464411 B
(45)授权公告日 2023.05.26

(21)申请号 201710875668.4

(22)申请日 2017.09.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107464411 A

(43)申请公布日 2017.12.12

(73)专利权人 河南卓正电子科技有限公司
地址 450000 河南省郑州市高新技术产业开发区西三环路289号河南省国家大学科技园创业园1号楼1单元3层

(72)发明人 谢小晶 李信波 刘硕 闫增伟

(74)专利代理机构 郑州久信知识产权代理事务所(普通合伙) 41194
专利代理师 张清彦

(51)Int.Cl.
*G08C 17/02*(2006.01)
*G08C 19/00*(2006.01)

(56)对比文件
CN 204833682 U,2015.12.02
CN 105823105 A,2016.08.03
CN 101930247 A,2010.12.29
CN 205959108 U,2017.02.15
US 2016006400 A1,2016.01.07
EP 0129644 A1,1985.01.02

审查员 马丽

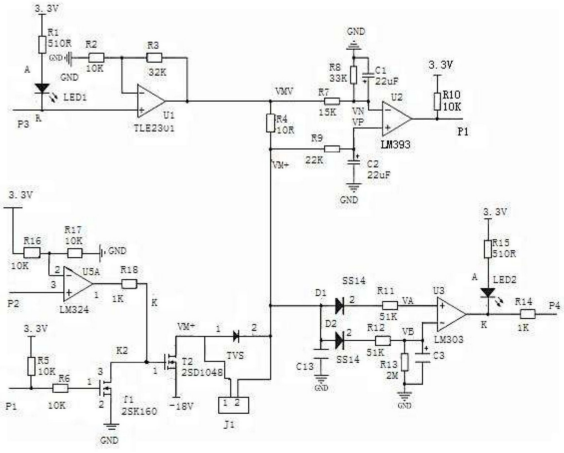
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于集中抄表系统中的MBUS电路

(57)摘要

一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，由数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路构成，其间通过导线连接并安装在电路板上。本发明每部分电路功能明确，且易于实现，用简单的数据信号发送字电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路，实现了中转采集器内单片机处理器信号与MBUS总线信号之间转换的功能，具有元器件少、电路简单、稳定性好、安全性高等优点，以上方式，使得本发明易于推广，易于市场化，且该电路简单可靠，降低了控制难度和设备的成本。基于上述，所以本发明具有好的应用前景。




CN 107464411 B

1.一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，其特征在于由数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路构成，数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路通过导线连接并安装在电路板上，数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路正极电源输入端和中转采集器内的3.3V直流电源正极通过导线连接，MBUS数据接收子电路负极电源输入端、MBUS负载过载检测子电路负极电源输入端、MBUS电源控制子电路第一负极电源输入端和中转采集器内的3.3V直流电源负极通过导线接地，中转采集器内的-18V直流电源和MBUS电源控制子电路第二负极电源输入端通过导线连接，数据信号发送子电路第一信号输出端和MBUS负载过载检测子电路第一信号输入端通过导线连接，MBUS电源控制子电路信号输出端和MBUS输出子电路信号输入端通过导线连接，MBUS输出子电路信号输出端和MBUS数据接收子电路信号输入端、MBUS负载过载检测子电路第二信号输入端通过导线连接，MBUS数据接收子电路信号输出端和中转采集器的单片机处理器的第一信号输入端通过导线连接，MBUS负载过载检测子

电路信号输出端和中转采集器内单片机处理器的第二信号输入端通过导线连接，MBUS输出子电路两个信号输出端和MBUS总线两个信号输入端通过导线连接，数据信号发送子电路第二信号输出端和MBUS总线第三个信号输入端通过导线连接，MBUS电源控制子电路两个信号输入端和中转采集器的单片机处理器的两个控制信号输出端分别通过导线连接；

所述MBUS负载过载检测子电路由电阻R7、R8、R9、R10，极性电容C1、C2和集成芯片U2组成，其间通过导线连接，集成芯片U2是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有四只，极性电

容有两只，第一只电阻R7一端和第二只电阻R8一端、第一只极性电容C1正极、双电压比较器集成电路U2反向输入端6脚连接，第三只电阻R9一端和第二只极性电容C2正极、双电压比较器集成电路U2正向输入端5脚连接，双电压比较器集成电路U2输出端7脚和第四只电阻R10一端连接，两只极性电容C1、C2负极接地；

所述MBUS电源控制子电路由电阻R16、R17、R18、R5、R6，场效应管T1、T2，集成芯片USA组成，其间通过导线连接，集成芯片U5A是运算放大器，型号是LM324，电阻有五只、场效应管有两只，第一只电阻R16一端和第二只电阻R17一端、运算放大器U5A反向输入端2脚连接，运算放大器U5A输出端1脚和第三只电阻R18一端连接，第三只电阻R18另一端和第一只场效应管T1漏极、第二只场效应管T2栅极连接，第四只电阻R5一端和第五只电阻R6一端连接，第五只电阻R6另一端和第一只场效应管T1栅极连接，第一只电阻R18另一端和第四只电阻R5另一端连接，第二只电阻R17另一端和第一只场效应管T1源极连接。MBUS输出子电路由电阻R4、瞬态二极管TVS和接线端子J1就组成，其间通过导线连接，电阻R4一端和瞬态二极管TVS负极、接线端子J1一端连接，瞬态二极管TVS的正极和接线端子JI另一端连接。

2.根据权利要求1所述的一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，其特征在于数据信号发送子电路由电阻、发光二极管和集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是功率运算放大器，型号是TLE2301，电阻有三只，第一只电阻一端和发光二极管正极连接，第二只电阻一端和第三只电阻一端、功率运算放大器的方反向输入端4脚连接，第三只电阻另一端和功率运算放大器的输出端14脚连接，发光二极管负极和功率运算放大器的正向输入端2脚连接。

3.根据权利要求1所述的一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，其特征在于MBUS数据接收子电路由电阻、无极性电容、极性电容、发光二极管、二极管和集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有五只，二极管有两只，第一只二极管正极和第二只二极管正极、无极性电容一端通过导线连接，第一只二极管负极和第一只电阻一端连接，第二只二极管负极和第二只电阻一端连接，第一只电阻另一端和双电压比较器集成电路的正向输入端3脚连接，第二只电阻另一端和双电压比较器集成电路的反向输入端2脚、第三只电阻一端、极性电解电容正极连接，第四只电阻一端和发光二极管正极连接，发光二极管负极和双电压比较器集成电路输出端5脚、第五只电阻一端连接，无极性电容另一端和第三只电阻另一端、极性电容负极接地。

4.根据权利要求1所述的一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，其特征在于MBUS负载过载检测子电路由电阻、极性电容和集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有四只，极性电容有两只，第一只电阻一端和第二只电阻一端、第一只极性电容正极、双电压比较器集成电路反向输入端6脚连接，第三只电阻一端和第二只极性电容正极、双电压比较器集成电路正向输入端5脚连接，双电压比较器集成电路输出端7脚和第四只电阻一端连接，两只极性电容负极接地。

5.根据权利要求1所述的一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，其特征在于MBUS电源控制子电路由电阻、场效应管、集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是运算放大器，型号是LM324，电阻有五只、场效应管有两只，第一只电阻一端和第二只电阻一端、运算放大器反向输入端2脚连接，运算放大器输出端1脚和第三只电阻一端连接，第三只电阻另一端和第一只场效应管漏极、第二只场效应管栅极连接，第四只电阻一端和第五只电阻一端连接，第五只电阻另一端和第一只场效应管栅极连接，第一只电阻另一端和第四只电阻另一端连接，第二只电阻另一端和第一只场效应管源极连接。

6.根据权利要求1所述的一种用于集中抄表系统中的MBUS电路，其特征在于MBUS输出子电路由电阻、瞬态二极管和接线端子组成，其间通过导线连接，电阻一端和瞬态二极管负极、接线端子一端连接，瞬态二极管的正极和接线端子另一端连接。

# 一种用于集中抄表系统中的MBUS电路

## 技术领域

[0001] 本发明涉及仪表电子技术应用领域,特别涉及一种用于集中抄表系统中的MBUS电路。

## 背景技术

[0002] 随着国民经济的增长,各类民用表计,已经由原来的机械计量、人工现场抄表的方式,转换为电子计量,自动抄表的新型方式,操作中由一个人配合一台计算机,就可以在短时间内,把一个区域的所有表计的量值读取回来,并形成人们便于识别阅读的报表,这样就节省了大量的人力和时间;其中,中转采集器与电子表计设备之间的通信成为整个集中抄表系统的重要组成部分,为此,国内外不同的专家学者提出了不同的通信方式,其中MBUS总线通信方式(Meter BUS,仪表总线)应用很方便,工作中,通过中转采集器的单片机处理器信号与MBUS仪表总线信号之间的转换,为集中抄表系统实现表计的量值读取提供基础;但是,现有的技术中,与MBUS总线电路相配套的外围元件和MBUS总线之间制造时是集成在一起,其具有成本高、功能少、工作不稳定、元器件多的缺点,不利于电子表计的市场推广应用。

## 发明内容

[0003] 为了克服现有电子表计设备与MBUS总线电路相配套的外围元件和MBUS总线电路之间制造时集成在一起,由此带来的弊端,本发明提供了采用分立元器件搭建的方式组建MBUS总线配套电路,具有主动关闭、开启MBUS总线电源功能,具有MBUS总线过载检测功能,MBUS总线短路自动关闭总线功能,防止总线上的设备损坏,电路简单、成本低、工作稳定、元器件少,使得使用本发明的设备稳定性及可靠性都很高,降低了使用本发明设备的成本,便于提高使用本发明的设备市场推广及应用的一种用于集中抄表系统中的MBUS电路。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种用于集中抄表系统中的MBUS电路,其特征在于由数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路构成,数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路通过导线连接并安装在电路板上,数据信号发送子电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路正极电源输入端和中转采集器内的3.3V直流电源正极通过导线连接,MBUS数据接收子电路负极电源输入端、MBUS负载过载检测子电路负极电源输入端、MBUS电源控制子电路第一负极电源输入端和中转采集器内的3.3V直流电源负极通过导线接地,中转采集器内的-18V直流电源和MBUS电源控制子电路第二负极电源输入端通过导线连接,数据信号发送子电路第一信号输出端和MBUS负载过载检测子电路第一信号输入端通过导线连接,MBUS电源控制子电路信号输出端和MBUS输出子电路信号输入端通过导线连接,MBUS输出子电路信号输出端和MBUS数据接收子电路信号输入端、MBUS负载过载检测子电路第二信号输入端通过导线连接,MBUS数据接收子电路信号输

出端和中转采集器的单片机处理器的第一信号输入端通过导线连接，MBUS负载过载检测子电路信号输出端和中转采集器内单片机处理器的第二信号输入端通过导线连接，MBUS输出子电路两个信号输出端和MBUS总线两个信号输入端通过导线连接，数据信号发送子电路第二信号输出端和MBUS总线第三个信号输入端通过导线连接，MBUS电源控制子电路两个信号输入端和中转采集器的单片机处理器的两个控制信号输出端分别通过导线连接。

[0006] 所述的数据信号发送子电路由电阻、发光二极管和集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是功率运算放大器，型号是TLE2301，电阻有三只，第一只电阻一端和发光二极管正极连接，第二只电阻一端和第三只电阻一端、功率运算放大器的方反向输入端4脚连接，第三只电阻另一端和功率运算放大器的输出端14脚连接，发光二极管负极和功率运算放大器的正向输入端2脚连接。

[0007] 所述MBUS数据接收子电路由电阻、无极性电容、极性电容、发光二极管、二极管和集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有五只，二极管有两只，第一只二极管正极和第二只二极管正极、无极性电容一端通过导线连接，第一只二极管负极和第一只电阻一端连接，第二只二极管负极和第二只电阻一端连接，第一只电阻另一端和双电压比较器集成电路的正向输入端3脚连接，第二只电阻另一端和双电压比较器集成电路的反向输入端2脚、第三只电阻一端、极性电解电容正极连接，第四只电阻一端和发光二极管正极连接，发光二极管负极和双电压比较器集成电路输出端5脚、第五只电阻一端连接，无极性电容另一端和第三只电阻另一端、极性电容负极接地。

[0008] 所述MBUS负载过载检测子电路由电阻、极性电容和集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有四只，极性电容有两只，第一只电阻一端和第二只电阻一端、第一只极性电容正极、双电压比较器集成电路反向输入端6脚连接，第三只电阻一端和第二只极性电容正极、双电压比较器集成电路正向输入端5脚连接，双电压比较器集成电路输出端7脚和第四只电阻一端连接，两只极性电容负极接地。

[0009] 所述MBUS电源控制子电路由电阻、场效应管、集成芯片组成，其间通过导线连接，集成芯片是运算放大器，型号是LM324，电阻有五只、场效应管有两只，第一只电阻一端和第二只电阻一端、运算放大器反向输入端2脚连接，运算放大器输出端1脚和第三只电阻一端连接，第三只电阻另一端和第一只场效应管漏极、第二只场效应管栅极连接，第四只电阻一端和第五只电阻一端连接，第五只电阻另一端和第一只场效应管栅极连接，第一只电阻另一端和第四只电阻另一端连接，第二只电阻另一端和第一只场效应管源极连接。

[0010] 所述MBUS输出子电路由电阻、瞬态二极管和接线端子组成，其间通过导线连接，电阻一端和瞬态二极管负极、接线端子一端连接，瞬态二极管的正极和接线端子另一端连接。

[0011] 本发明的有益效果是：本发明每部分电路功能明确，且易于实现，用简单的数据信号发送字电路、MBUS数据接收子电路、MBUS负载过载检测子电路、MBUS电源控制子电路、MBUS输出子电路，实现了中转采集器内单片机处理器信号与MBUS总线信号之间转换的功能，具有元器件少、电路简单、稳定性好、安全性高等优点，以上方式，使得本发明易于推广，易于市场化，且该电路简单可靠，降低了控制难度和设备的成本。基于上述，所以本发明具有好的应用前景。

## 附图说明

[0012] 以下结合附图和实施例将本发明做进一步说明。

[0013] 图1是本发明数据信号发送子电路的电路图；

[0014] 图2是本发明MBUS数据接收子电路的电路图；

[0015] 图3是本发明MBUS负载过载检测子电路的电路图；

[0016] 图4是本发明MBUS电源控制子电路的电路图；

[0017] 图5是本发明MBUS输出子电路的电路图；

[0018] 图6为是本发明整体电路图。

## 具体实施方式

[0019] 图1、2、3、4、5、6中所示，数据信号发送子电路由电阻R1、R2、R3，发光二极管LED1和集成芯片U1组成，其间通过导线连接，集成芯片U1是功率运算放大器，型号是TLE2301，电阻有三只，第一只电阻R1一端和发光二极管LED1正极连接，第二只电阻R2一端和第三只电阻R3一端、功率运算放大器U1的方反向输入端4脚连接，第三只电阻R3另一端和功率运算放大器的U1输出端14脚连接，发光二极管LED1负极和功率运算放大器U1的正向输入端2脚连接。MBUS数据接收子电路由电阻R11、R12、R13、R15、R14，无极性电容C15，极性电容C3，发光二极管LED2，二极管D1、D2和集成芯片U3组成，其间通过导线连接，集成芯片U3是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有五只，二极管有两只，第一只二极管D1正极和第二只二极管D2正极、无极性电容C15一端通过导线连接，第一只二极管D1负极和第一只电阻R11一端连接，第二只二极管D2负极和第二只电阻R12一端连接，第一只电阻R11另一端和双电压比较器集成电路U3的正向输入端3脚连接，第二只电阻R12另一端和双电压比较器集成电路U3的反向输入端2脚、第三只电阻R13一端、极性电解电容C3正极连接，第四只电阻R15一端和发光二极管LED2正极连接，发光二极管LED2负极和双电压比较器集成电路U3输出端5脚、第五只电阻R14一端连接，无极性电容C15另一端和第三只电阻R13另一端、极性电容C3负极接地。MBUS负载过载检测子电路由电阻R7、R8、R9、R10，极性电容C1、C2和集成芯片U2组成，其间通过导线连接，集成芯片U2是双电压比较器集成电路，型号是LM393，电阻有四只，极性电容有两只，第一只电阻R7一端和第二只电阻R8一端、第一只极性电容C1正极、双电压比较器集成电路U2反向输入端6脚连接，第三只电阻R9一端和第二只极性电容C2正极、双电压比较器集成电路U2正向输入端5脚连接，双电压比较器集成电路U2输出端7脚和第四只电阻R10一端连接，两只极性电容C1、C2负极接地。MBUS电源控制子电路由电阻R16、R17、R18、R5、R6，场效应管T1、T2，集成芯片USA组成，其间通过导线连接，集成芯片U5A是运算放大器，型号是LM324，电阻有五只、场效应管有两只，第一只电阻R16一端和第二只电阻R17一端、运算放大器U5A反向输入端2脚连接，运算放大器U5A输出端1脚和第三只电阻R18一端连接，第三只电阻R18另一端和第一只场效应管T1漏极、第二只场效应管T2栅极连接，第四只电阻R5一端和第五只电阻R6一端连接，第五只电阻R6另一端和第一只场效应管T1栅极连接，第一只电阻R18另一端和第四只电阻R5另一端连接，第二只电阻R17另一端和第一只场效应管T1源极连接。MBUS输出子电路由电阻R4、瞬态二极管TVS和接线端子J1就组成，其间通过导线连接，电阻R4一端和瞬态二极管TVS负极、接线端子J1一端连接，瞬态二极管TVS的正极和接线端子JI另一端连接。

[0020] 图1、2、3、4、5、6中所示，数据信号发送子电路正极电源输入端电阻R1另一端、MBUS数据接收子电路正极电源输入端电阻R15另一端、MBUS负载过载检测子电路正极电源输入端电阻R10另一端、MBUS电源控制子电路正极电源输入端电阻R16另一端和中转采集器内的3.3V直流电源正极通过导线连接，MBUS数据接收子电路负极电源输入端极性电容C3负极、MBUS负载过载检测子电路负极电源输入端极性电容C2负极、MBUS电源控制子电路第一负极电源输入端电阻R17另一端和中转采集器内的3.3V直流电源负极通过导线接地，中转采集器内的-18V直流电源和MBUS电源控制子电路第二负极电源输入端场效应管T2源极通过导线连接，数据信号发送子电路第一信号输出端功率运算放大器U1的14脚和MBUS负载过载检测子电路第一信号输入端电阻R7另一端通过导线连接，MBUS电源控制子电路信号输出端场效应管T2漏极和MBUS输出子电路信号输入端瞬态二极管TVS正极通过导线连接，MBUS输出子电路信号输出端和MBUS数据接收子电路信号输入端二极管正极、MBUS负载过载检测子电路第二信号输入端电阻R9另一端通过导线连接，MBUS数据接收子电路信号输出端电阻R14另一端和中转采集器的单片机处理器的第一信号输入端通过导线连接，MBUS负载过载检测子电路信号输出端双电压比较器集成电路的7脚和中转采集器内单片机处理器的第二信号输入端通过导线连接，MBUS输出子电路两个信号输出端接线端子JI两端和MBUS总线两个信号输入端1、2脚通过导线连接，数据信号发送子电路第二信号输出端功率运算放大器的2脚和MBUS总线第三个信号输入端通过导线连接，MBUS电源控制子电路两个信号输入端运算放大器U5A的3脚、电阻R6另一端和中转采集器的单片机处理器的两个控制信号输出端分别通过导线连接。

[0021] 图1、2、3、4、5、6中所示，数据信号发送子电路中，电阻R1、发光二极管LED1用于指示数据发送信号P3，当有数据信号P3发送时，发光二极管LED1会闪烁，电阻R2、R3和功率运算放大器U1组成数据信号发送电路，将数据信号P3发送到MBUS总线，形成MBUS总线传输信号VMV，便于后级电路使用。MBUS总线数据接收子电路中，电阻R15与发光二极管LED2组成接收信号指示电路，二极管D1、D2、无极性电容C15防止该电路对MBUS总线造成影响，电阻R11、R12、R13、R14和极性电容C3与双电压比较器集成电路U3结合形成信号检测与放大电路，对MBUS总线接收信号进行检测、放大，并形成信号P4，供单片机处理器使用，同时，LED3进行闪烁指示，最终完成MBUS总线数据接收。MBUS总线负载过载检测子电路中，正常情况下，VMV、VM+的电压值相差很小，VP大于VN，信号P2为高电平，当MBUS总线过载时，VM+与VMV的电压差值较大，此时，VN大于VP，信号P2为低电平，信号P2可以直接用于单片机进行过载控制，同时供后级MBUS总线电源控制电路使用。MBUS总线电源控制子电路中，当发送数据时，首先由单片机处理器或者按键使得P1为低电平，开启MBUS总线负电源，此时场效应管T2的漏极的电位由信号K1决定，由于在正常情况，没有总线负载过载，由上述MBUS总线负载过载检测电路知道，信号P2为高电平，经过由电阻R16、R17、R18和运算放大器U5A组成比较电路后，形成信号K1，此时，信号K1也为高电平，则场效应管T1导通，完成MBUS总线负电源的开启，开始对MBUS总线供电，MBUS总线正常运行，当有MBUS总线负载过载或者MBUS总线短路时，P2为低电平，则信号K1为低电平，将关闭MBUS总线负电源，或者由单片机处理控制P1，在有短路的情况下，P1为高电平，则信号K2为低电平，信号K1也为低电平，从而完成对MBUS总线负电源的关闭动作，P1、P2形成过载时MBUS总线的双重保护。MBUS总线输出子电路中，瞬态二极管TVS用于防止MBUS总线上电瞬间的过流，J1端子用于外接相应的MBUS总线，电阻R4用于调节、解

析MBUS总线接收信号。本发明工作时，首先，单片机处理器输出的数据信号P3，经过数据信号发送电路形成信号VMV，信号VMV被发送到MBUS总线，供MBUS总线上的其它MBUS总线接收使用，从而完成MBUS数据信号的发送，当MBUS总线上有其它表计发送的信号时，通过MBUS总线输出电路解析该信号，并通过MBUS总线数据接收子电路将该信号转换成信号P4，传送给单片机处理器进行相应的处理，从而完成MBUS总线上的数据接收过程，使用过程中，首先，通过给信号P1低电平，开启MBUS总线负电源，对MBUS总线开始供电，MBUS总线开始工作，MBUS总线运行过程中，MBUS总线负载过载检测子电路实时对总线负载进行检测，当有负载过载或者短路过载时，信号P2为低电平，使得K1为低电平，关闭MBUS总线负电源，同时，可以通过单片机处理器给信号P1高电平使得K2也为低电平，再次关闭MBUS总线负电源，确保MBUS总线及总线上的设备不被损坏。

[0022] 图1、2、3、4、5、6，数据信号发送子电路中：R1阻值510Ω，R2阻值10K，R3阻值是32K电阻。MBUS总线数据接收子电路中：R15阻值510Ω，R11、R12阻值5.1K，R13阻值2M电阻，R14阻值1K3，二极管D1、D2型号是1N4001，极性电容规格是22uF/25V，无极性电容规格是0.1uF。MBUS总线负载过载检测子电路中：R7阻值15K，R8阻值33K，R9阻值22K，R10阻值10K，极性电容C1、C2规格是22uF/25V。MBUS总线电源控制子电路中：R16、R17、R5、R6阻值10K，R18阻值1K，场效应管T1为2SK160，T2为2SD1048。MBUS总线输出子电路中电阻R4阻值20Ω、瞬态二极管TVS型号是XESD12VT23-3。

[0023] 需要说明的是，本实施例为本发明较佳实例，并不用以限制本发明，凡在本发明原则范围内做任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

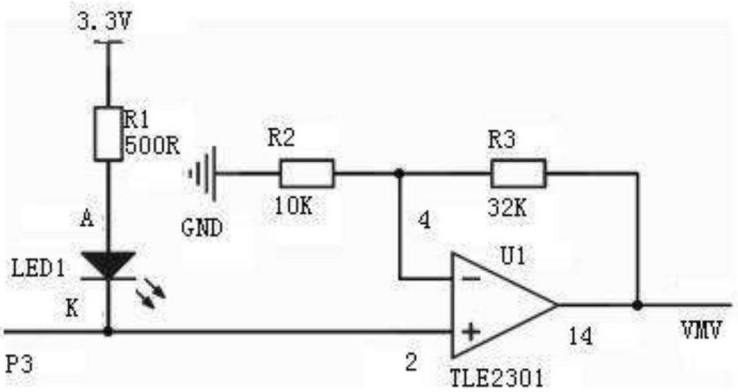

3.3V
R1
500R
R2
10K
R3
32K
GND
A
LED1
K
4
U1
14
VMV
P3
2
TLE2301

图1

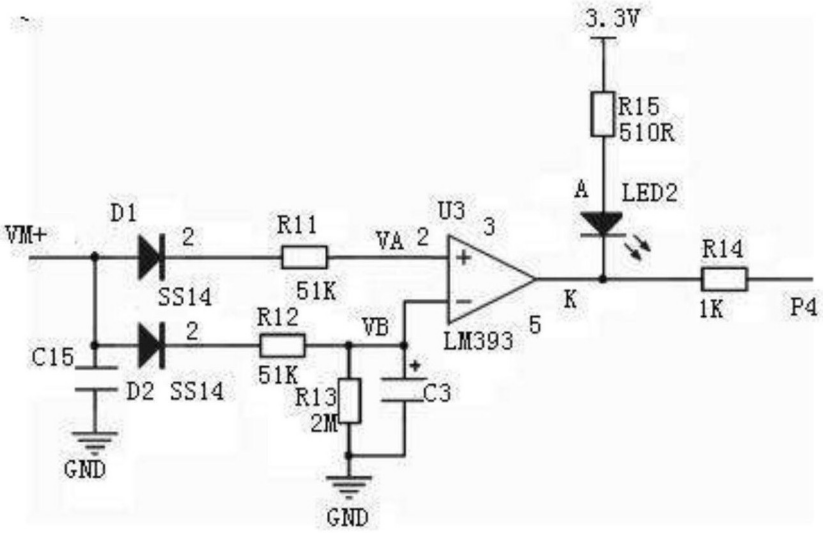

3.3V
R15
510R
A
LED2
D1
VM+
2
R11
VA
2
U3
3
R14
SS14
51K
K
1K
P4
2
R12
VB
LM393
5
C15
51K
D2 SS14
R13
2M
C3
GND
GND

图2

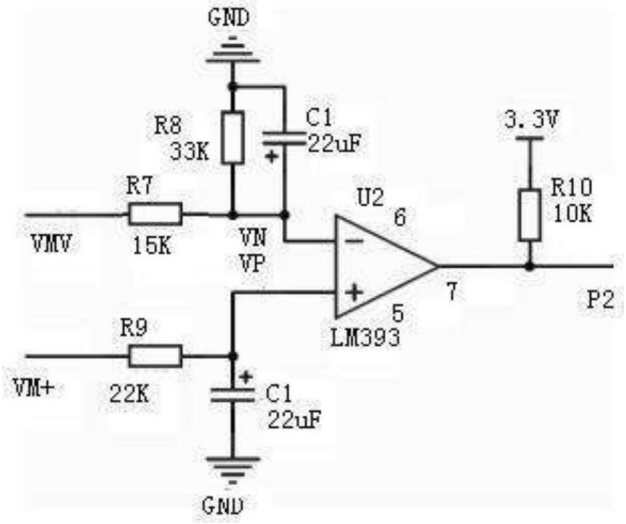

GND
R8
33K
C1
22uF
3.3V
R7
U2
6
R10
10K
VMV
15K
VN
VP
7
P2
5
LM393
R9
VM+
22K
C1
22uF
GND

图3

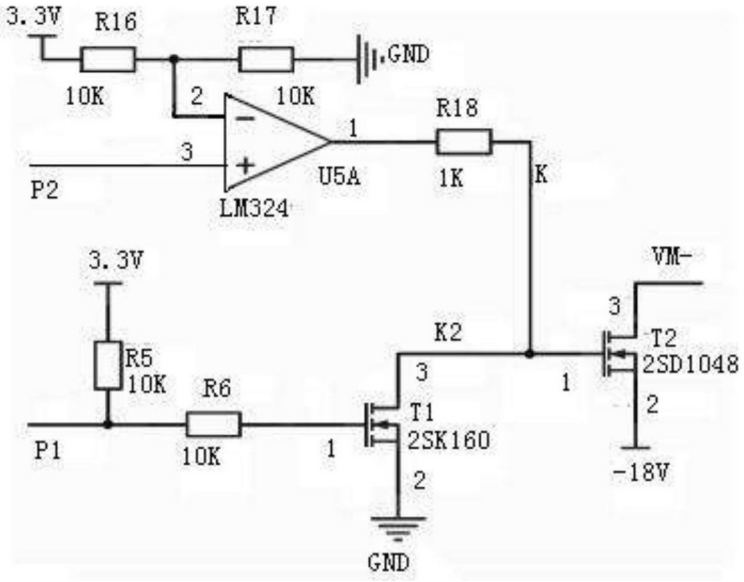

3.3V
R16
R17
GND
10K
2
10K
R18
1
3
P2
U5A
1K
K
LM324
3.3V
VM-
3
K2
T2
2SD1048
R5
10K
R6
3
1
T1
2SK160
P1
10K
1
2
-18V
GND

图4

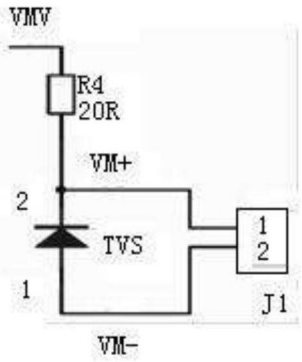

VMV
R4
20R
VM+
2
TVS
1
1
2
J1
VM-

图5

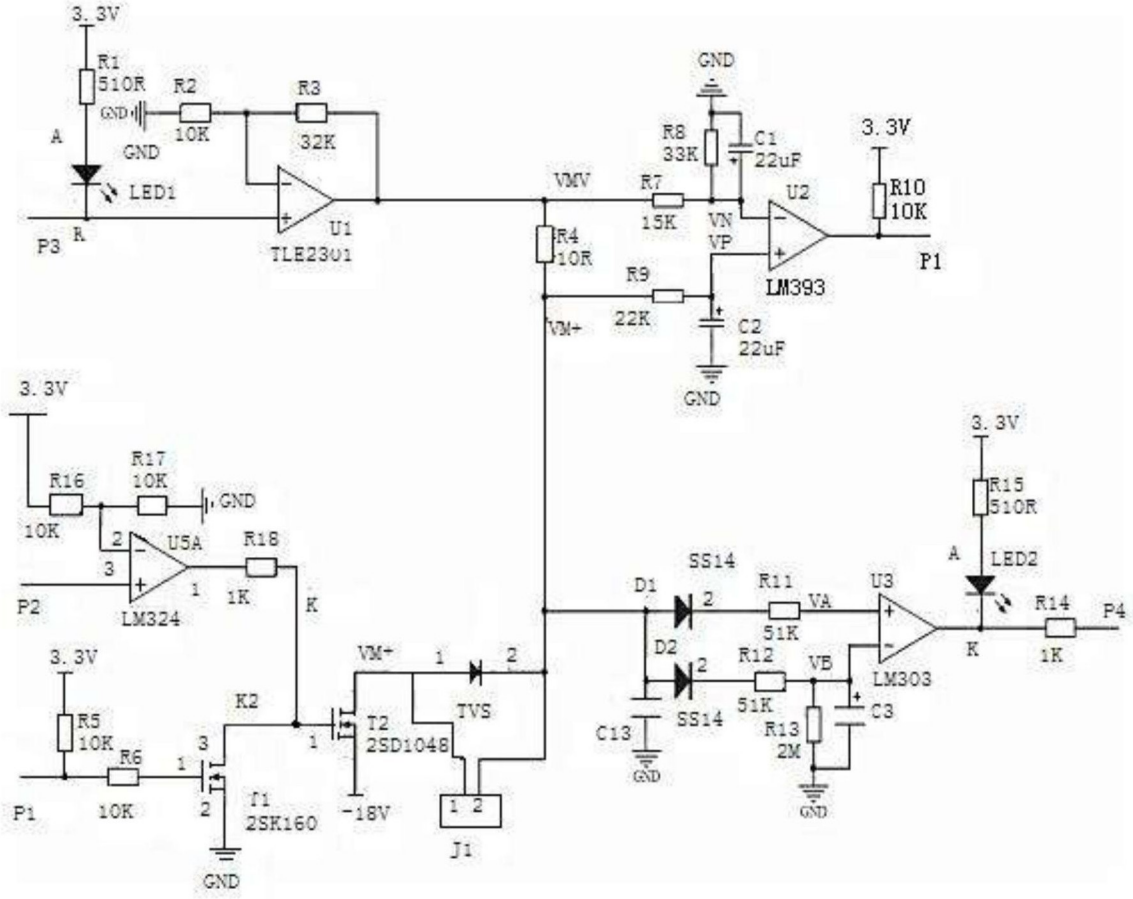

3.3V
R1
510R
R2
10K
R3
32K
GND
A
LED1
P3
R
U1
TLE2301
VMV
R4
10R
R7
15K
R8
33K
C1
22uF
GND
U2
VN
VP
LM393
3.3V
R10
10K
P1
R9
22K
C2
22uF
VM+
GND
3.3V
R16
10K
R17
10K
GND
U5A
LM324
P2
R18
1K
K
3.3V
R5
10K
R6
10K
P1
K2
J1
2SK160
GND
VM+
T2
2SD1048
TVS
-18V
J1
SS14
D1
R11
51K
VA
U3
LM303
D2
SS14
R12
51K
VB
C13
R13
2M
C3
GND
3.3V
R15
510R
A
LED2
K
R14
1K
P4

图6