



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202204914 U

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 201120282789. 6

(22) 申请日 2011. 08. 05

(73) 专利权人 沈阳仪表科学研究所

地址 110043 辽宁省沈阳市大东区北海街  
242 号

(72) 发明人 张立 王松亭 曾艳丽

(74) 专利代理机构 沈阳亚泰专利商标代理有限  
公司 21107

代理人 郭元艺

(51) Int. Cl.

G01R 31/327(2006. 01)

G01M 13/00(2006. 01)

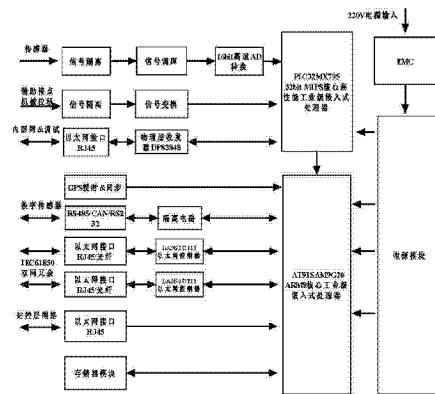
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 实用新型名称

高压开关状态在线监测仪

(57) 摘要

本实用新型属高压开关运行状态在线监测系统领域,尤其涉及一种高压开关状态在线监测仪,包括信号隔离电路、信号调理电路、AD 转换电路、CPU、嵌入式处理器、以太网控制器、物理层收发器、以太网接口、隔离电路、存储器模块及电源模块;模拟接口传感器采集的信号经信号隔离电路、信号调理电路及 AD 转换电路转换后,进入 CPU 处理;触电开关及机械位移传感器信号经信号隔离电路及信号变换电路转换后,进入 CPU 处理。本实用新型数据传输可靠,组网灵活,可靠性、安全性高,对 GIS 的机械特性参数、GIS 气室中 SF6 的密度、温度、压力、微水含量、局部放电情况等可进行实时监测并进行录波分析。



1. 一种高压开关状态在线监测仪,其特征在于,包括信号隔离电路、信号调理电路、AD转换电路、CPU、嵌入式处理器、以太网控制器、物理层收发器、以太网接口、隔离电路、存储器模块及电源模块;

模拟接口传感器采集的信号经信号隔离电路、信号调理电路及AD转换电路转换后,进入CPU进行处理;

触电开关信号及机械位移传感器输出的脉冲量数字信号经信号隔离电路及信号变换电路转换后,进入CPU进行处理;

CPU内部以太网控制器经物理层收发器及以太网接口提供数据交换及调试功能;

所述存储器模块的端口接嵌入式处理器的端口;

CPU与嵌入式处理器的端口相接,CPU采集处理完成的信息与嵌入式处理器相互交换。

2. 根据权利要求1所述的高压开关状态在线监测仪,其特征在于:所述CPU采用PIC32MX795处理器。

3. 根据权利要求2所述的高压开关状态在线监测仪,其特征在于:所述嵌入式处理器采用AT91SAM处理器。

4. 根据权利要求3所述的高压开关状态在线监测仪,其特征在于:以太网接口采用热备份冗余的双光纤+RJ45双绞线接口,支持IEC61850标准。

5. 根据权利要求4所述的高压开关状态在线监测仪,其特征在于:还设有GPS模块,其通过GPS天线接收时间信息,输入到AT91SAM处理器。

6. 根据权利要求5所述的高压开关状态在线监测仪,其特征在于:还设有RS485接口电路;数字传感器采集的信号经RS485接口电路及隔离电路输入到AT91SAM处理器。

## 高压开关状态在线监测仪

### 技术领域

[0001] 本实用新型属高压开关运行状态在线监测系统领域,尤其涉及一种用于变电站 GIS 设备运行状态在线监测仪,可以对 GIS 运行参数进行在线实时测量分析,可以指导变电站对开关进行有针对性的状态维修,及时发现故障隐患,避免发生重大供电事故。

### 背景技术

[0002] GIS (gas insulated switchgear) 是输配电和变电领域有着广泛和重要应用的电力设备,作为电力系统中最重要设备之一,其性能的可靠性关系到电力系统的安全运行。GIS 的封闭性结构加大了运行维护的难度,其故障隐患更难发现。为了能够实时地、准确地了解 GIS 运行状态,及时发现和消除故障隐患,对 GIS 实行在线监测就显得尤为重要。针对高压开关故障的统计调查显示,开关设备的大多数故障发生在机械机构,主要涉及操动机构、监视装置和辅助装置等。

[0003] IEC61850 是 IEC61857 在总结 UCA2.0 的美国经验和 IEC60870 系统标准的欧洲经验的基础上提出的关于未来变电站自动化的通信体系标准。其目标是最大限度地利用现有的标准和被广泛接受的通信原理,在不同制造商的智能电子设备(Intelligent Electric Device, IED)之间实现良好的互操作,并且能适应通信及应用技术的快速发展。

[0004] 目前开关机械特性测试设备仅提供开关出厂前机械性能的检测及定期停电检修的功能,不支持 IEC61850 标准协议和对 GIS 参数的全面在线测试。

### 发明内容

[0005] 本实用新型旨在克服现有技术的不足而提供一种数据传输可靠,组网灵活,可靠性、安全性高,对 GIS 的机械特性参数、GIS 气室中 SF6 的密度、温度、压力、微水含量、局部放电情况等实时监测并进行录波分析的高压开关状态在线监测仪。

[0006] 为达到上述目的,本实用新型是这样实现的:一种高压开关状态在线监测仪,它包括信号隔离电路、信号调理电路、AD 转换电路、CPU、嵌入式处理器、以太网控制器、物理层收发器、以太网接口、隔离电路、存储器模块及电源模块;模拟接口传感器采集的信号经信号隔离电路、信号调理电路及 AD 转换电路转换后,进入 CPU 进行处理;触电开关信号及机械位移传感器输出的脉冲量数字信号经信号隔离电路及信号变换电路转换后,进入 CPU 进行处理;CPU 内部以太网控制器经物理层收发器及以太网接口提供数据交换及调试功能;所述存储器模块的端口接嵌入式处理器的端口;CPU 与嵌入式处理器的端口相接,CPU 采集处理完成的信息与嵌入式处理器相互交换。

[0007] 作为一种优选方案,本实用新型所述 CPU 采用 PIC32MX795 处理器。

[0008] 作为另一种优选方案,本实用新型所述嵌入式处理器采用 AT91SAM 处理器。

[0009] 进一步地,本实用新型以太网接口可采用 RJ45。

[0010] 本实用新型还设有 GPS 模块,其通过 GPS 天线接收时间信息,输入到 AT91SAM 处理器。

[0011] 本实用新型还设有 RS485 接口电路;数字传感器采集的信号经 RS485 接口电路及隔离电路输入到 AT91SAM 处理器。

[0012] 本实用新型主要用于测量断路器机构位移曲线、分\合闸操动线圈电流波形、储能电机电流波形,气室的 SF6 密度微水,局部放电等重要参数,其支持智能电网国际标准 IEC61850,数据传输可靠,组网灵活,可靠性、安全性高。

[0013] 本实用新型基于嵌入式系统,采用双 32 位高性能工业级处理器,在 32 位微控制器中移植嵌入式操作系统,通过安装在高压 GIS 的各种传感器,实现对 GIS 的机械特性参数、GIS 气室中 SF6 的密度、微水含量、放电情况的实时监测、录波分析等功能;借助嵌入式网络控制系统可实现 GIS 数据信息的同步采集、传输及控制命令的执行,完成现场设备与企业信息系统及以太网的可靠连接,解决由于硬件接口差异或通信规约不同而导致的难于联网的问题。针对国家对智能电网的要求,支持国际电工委员会提出的 IEC61850 标准和双网络接口冗余设计,提高网络容错能力和运行可靠性。

### 附图说明

[0014] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步说明。

[0015] 图 1 为本实用新型一种实施方式电路原理框图。

[0016] 图 2 为 PIC32MX795 处理器部分具体电路图。

[0017] 图 3 为 AT91SAM9G20 处理器部分具体电路图。

[0018] 图 4 为信号调理电路及同步 AD 转换部分具体电路图。

[0019] 图 5 为 RS485 通讯部分具体电路图。

[0020] 图 6 为以太网接口部分具体电路图。

### 具体实施方式

[0021] 如图所示,高压开关状态在线监测仪,它包括信号隔离电路、信号调理电路、AD 转换电路、CPU、嵌入式处理器、以太网控制器、物理层收发器、以太网接口、隔离电路、存储器模块及电源模块;模拟接口传感器采集的信号经信号隔离电路、信号调理电路及 AD 转换电路转换后,进入 CPU 进行处理;触电开关信号及机械位移传感器输出的脉冲量数字信号经信号隔离电路及信号变换电路转换后,进入 CPU 进行处理;CPU 内部以太网控制器经物理层收发器及以太网接口提供数据交换及调试功能;所述存储器模块的端口接嵌入式处理器的端口;CPU 与嵌入式处理器的端口相接,CPU 采集处理完成的信息与嵌入式处理器相互交换。

[0022] 本实用新型所述 CPU 采用 PIC32MX795 处理器。

[0023] 本实用新型所述嵌入式处理器采用 AT91SAM 处理器。

[0024] 本实用新型以太网接口采用双光纤 +RJ45。

[0025] 本实用新型还设有 GPS 模块,其通过 GPS 天线接收时间信息,输入到 AT91SAM 处理器。

[0026] 本实用新型还设有 RS485 接口电路;数字传感器采集的信号经 RS485 接口电路及隔离电路输入到 AT91SAM 处理器。

[0027] 参见图 1,本实用新型包括信号隔离电路、信号调理电路、AD 转换电路、

PIC32MX795 处理器、AT91SAM 处理器,以太网控制器、光纤物理层收发、RS485 接口及隔离电路、电磁干扰抑制(EMC)电路、电源模块电路部分;所述模拟接口传感器经信号隔离电路接信号调理电路转换成合适的信号电压进入 AD 转换器输入;AD 转换结果输入到 PIC32MX795 处理器进行处理;触电开关信号和机械位移传感器输出的脉冲量数字信号经信号隔离电路和信号变换电路转换成 PIC32MX795 兼容的电平接入并处理;PIC32MX795 内部的以太网控制器经物理层收发电路和 RJ45 接口提供数据交换和调试功能。PIC32MX795 采集处理完成的信息通过高速 SPI 总线和 AT91SAM 处理器交换数据;GPS 模块通过 GPS 天线接收时间信息,输入到 AT91SAM 处理器;另外具有 RS485 接口的数字传感器信号经过 RS485 接口电路和隔离电路输入到 AT91SAM 处理器;2 组由 LAN91C111 以太网控制器+LXT971A 物理层收发器+HFBR5103 光纤收发器组成的网络接口提供热备式双冗余以太网接口,用于完成 IEC61850 协议通讯;存储器模块提供 AT91SAM 的运行必须的 SDRAM 和 FLASH 存储需求。

[0028] 图 2 所示机构机械参数测量部分采用 MicroChip 公司的 PIC32MX795 为核心器件。该器件包含一个基于 MIPS32M4K 内核的 32 位高性能 RISC CPU,工作频率 80MHz,性能达到 1.56DMIPS/MHz,2 组各 32 个内核文件寄存器、专用单周期乘法器和高性能除法器及丰富的乘加/减指令等增强型内核架构可以轻松完成 DSP 计算任务,内置的 512K Flash 存储器和 128K SRAM、96 个具有独立可编程优先级中断向量;IC 内部还包含 10/100M 以太网 MAC、USB2.0 OTG 接口、CAN2.0b、UART、I2C、SPI、定时器、DMA 模块、硬件实时时钟 RTCC、看门狗等丰富的外设资源,能够很好的满足机构机械特性测试方面的要求。通过采集机构动行程一时间曲线、分(合)闸线圈的电流波形、储能电机的电流波形以及分(合)闸辅助触点的开关量,并结合出厂标准曲线和故障专家诊断库来判断机构机械状态的变化以及发展趋势。包括:行程状态、速度变化、机械及传动部件的磨损情况、卡滞所导致的拒动、脱扣器松动、电机故障等可能出现的情况。

[0029] 图 3 所示 AT91SAM 处理器系统硬件结构包括以 ATMEL 公司基于 ARM9 核心的 AT91SAM9G 芯片的 CPU,存储器模块、以太网通信模块、串行通信模块、GPS 时钟和脉冲同步、硬件看门狗等电路组成。在嵌入式领域中,ARM 处理器凭借高性能、低成本、低功耗等特性成为业界公认优秀的 32bit 嵌入式处理器体系结构。ARM 采用精简指令集架构,指令简单,长度统一,大部分指令可在单周期内完成,运算速度快,采用流水线工作机制,数据和指令的吞吐量大;具有桶形移位寄存器和硬件乘法器;外设单元丰富;开发应用便捷,支持操作系统和高级语言编程等特性适合电力系统的大数据量处理应用。本实用新型选用了 ATMEL 公司 AT91SAM9G20 工业级的 ARM926 内核 CPU 作为主处理器。存储模块由 SDRAM, FLASH 和 EEPROM 组成,为了方便操作系统和协议栈的移植,需要存储器的容量较大。SDRAM 使用 2 片 256Mbit 的 MT48LC16M16A2 构成 32bit 高速数据存储器,用于存放运行时的程序和数据;FLASH 存储选用 1 片 2048Mbit 的 K9F2G08U0A 芯片用于固化应用程序、操作系统及协议栈代码,存储录波数据等功能。使用了 1 片 512Kbit 的 FM24V02 铁电串行 EEPROM 用来配置参数等。

[0030] 图 4 所示;4-20mA 电流信号经 C67 滤波、D32 限幅、R186 过流保护、在 R58、R59 上转换成电压信号、再经 R190、C68 滤波后进入隔离放大器 IS0122;经隔离的电压信号经 U27 运算放大器调理电路变成适应 AD 转换器输入范围的信号送入 AD 转换器转换;U31A、R181、U27D 和 D28 组成限幅电路保证电压不致过高,避免损坏 AD 转换器;AD7606 为 16 位同步采

样模数数据采集器,最多支持 8 通道同步采样。片上集成模拟输入箝位保护、二阶抗混叠滤波器、跟踪保持放大器、16 位电荷再分配逐次逼近型 ADC 内核、数字滤波器、2.5V 基准电压源及缓冲、高速串行和并行接口。AD7606 采用 5V 单电源供电,不再需要正负双电源,并支持真正  $\pm 10V$  或  $\pm 5V$  的双极性信号输。所有的通道均能以高达 200 kSPS 的速率进行采样,同时输入端箝位保护电路可以承受最高达  $\pm 16.5V$  的电压。

[0031] 每套开关执行机构需要监量 4 个电流,暨分闸线圈电流 2 个,合闸线圈电流 1 个,储能电机电流 1 个,这四个电流采用非接触的霍尔电流传感器实现测量,电流传感器输出 4-20mA 标准信号,经过信号调理电路转换成 0-5V 电压后进入 AD 转换器进行模数转换,在开关动作时同步记录电流波形。

[0032] 分(合)闸辅助触点的开关量经电平转换,光电隔离电路后接入 PIC32MX795 同模拟量一起进行同步采样触点机械位移通过安装在旋转主轴末端的光电角度位移传感器来进行测量,同样经过电平转换,光电隔离后进入 PIC32MX795 进行处理,计算得出位移曲线,速度曲线等。

[0033] 如图 5 所示串行通信部分:使用 AT91SAM9G20 内部 USART 提供 1 组 RS232 接口,3 组 RS485 接口。其中一组 RS232 接口连接 GPS 授时装置;3 组 RS485 接口用于现场总线连接数字传感器,所有串行通信接口均经过光电隔离电路和数字隔离电源,确保外部设备对系统影响最低。每个 RS485 接口需要 3 根信号线,RX、TX、RTS,信号线经 HDSL0600 高速光电耦合器隔离,PTC 保护电阻 R73、R74 可以防止过电流,R80、R82、R81 组成匹配电路,D11、D13、D14、R48、C64 用于抑制电磁干扰,提供 3 组 RS485 接口,每组接口单独使用由 L2、L3、C57、C58、1W 3000V 隔离电压的 DC-DC 转换器组成的隔离电源,确保接口的可靠性。

[0034] 如图 6 所示以太网通讯部分电路:由 3 组 10M/100M 自适应以太网接口构成,2 组用于构成双向冗余的 IEC61850 环网,1 组用于连接站级网络。选用 LAN91C111 以太网控制器+LXT971A 物理层芯片+HFBR5103 光纤收发器实现,同时提供 RJ45 双绞线接口和光纤接口。AT91SAM 处理器的 A[1..15] 地址总线、D[0..15] 数据总线和控制线连接到 LAN91C111 的相应总线接口,LAN91C111 内部包括双绞线物理层,外接带有隔离变压器 RJ45 连接器提供双绞线网络接口;通过 LXT971A 光纤物理层接口芯片和安捷伦的 HFBR5103 光纤收发器接口来提供光纤介质的网络接口,光纤接口在变电站环境中具有优良的抗干扰性能和隔离特性。U1、R10、R11、R20、R21、S1、U2、R22、X2、C17、C18 组成以太网控制器电路;J4、R41、R42、R43、R44、R81、R82 组成双绞线介质的 RJ45 网络接口;U3、J1、R1-R9、R14-R19、C1-C5 组成光纤介质的网络接口。双网冗余是提高通讯网络容错能力和可靠性的重要措施,本实用新型中网络通讯控制器、收发器、连接器等 2 套完全独立,采用非级联的热备用冗余的方案保证网络通讯的可靠性。

[0035] 本实用新型软件主要由硬件驱动模块,IEC61850 协议模块,数据采集处理模块,专家系统分析模块,嵌入式实时操作系统等组成,实时采集部分通过中断及 DMA 由硬件自主完成,其他任务由操作系统调度。IEC61850 以客户机/服务器模式运行,针对测量变量进行数据建模,通过对自动化系统或设备进行功能分解后,以功能为主要的建模元素,将其所需要的数据按类型以逻辑节点方式建模,而这些节点可以通过通信协同的方式实现自动化系统或设备的功能。逻辑节点驻留在逻辑设备中,逻辑设备驻留在变电站中的物理设备实体中。物理设备通过网络互联,使得所有的逻辑设备间能建立起通信,逻辑设备通过数据引

用方式获取其它逻辑设备中其所需要的数据。本实用新型针对一套 GIS 设备 280 个测量变量进行建模。

[0036] 本实用新型外壳为符合 IEC61850-3 的标准机箱,具有优异的抗干扰性能,适合标准机柜的安装。

[0037] 本实用新型的主要技术特征:模拟量采集精度由于 0.05%FS、支持 8 通道、数据采集速率 1.6M/s;计时精度 0.1 $\mu$ s;工作温度 -40 $^{\circ}$ C -85 $^{\circ}$ C;供电电压 AC 85-265V/50Hz 或 DC85-265V;支持 IEC61850 协议;双光纤冗余网络接口和双 RJ45 双绞线接口。

[0038] 本实用新型硬件系统设计采用双 CPU 协同工作,模块化设计方案,可灵活配置功能。通过各种传感器对开关的工况进行连续检测和自诊断,包括开关的机械故障、真空度、绝缘气体的压力、绝缘状态、载流导体温度等,在缺陷变为故障之前给出报警信息,以便及时采取措施避免事故发生。

[0039] 高压开关运行状态在线监测仪主要由以 PIC32MX795 为核心的实时数据的采集处理和以 AT91SAM9G 为核心的数字传感器通信规约转换、IEC61850 协议实现两大部分组成。包括信号隔离电路、信号调理电路、高速 AD 转换、PIC32MX795 处理器、以太网物理层收发器、RJ45 接口;GPS 授时电路、RS485 串行通讯及隔离电路、以太网控制器及接口电路、存储器模块、电源转换电路;组成框图见图 1。

[0040] 来自 GIS 机构部件上的机械量和电气量传感器实时采集监测对象的特征信号,经隔离电路、信号调理转换电路、同步 AD 转换电路送入 PIC32MX795 信号处理芯片进行信号的在线数据处理和状态分析。所述信号处理器采集分析数据并依相应规则经数字滤波、数字补偿后生成每次动作的机构位移曲线、分\合闸操动线圈电流波形、储能电机电流波形;由此分析当前机构的工作状态。

[0041] 由 PIC32MX795 实时采集的机构动作机械特性数据由高速总线送给 AT91SAM9G20 为核心嵌入式系统,和通过 RS485/CAN 等现场总线接口实时测量气室的 SF6 密度、微水含量、局放等重要参数进行汇总,进行进一步的分析,然后以符合 IEC61850 标准报文传输协议与变电站网络通讯,在站控层服务器终端的集成软件平台显示 GIS 机构 SF6 保护气体的参数、开关内部放电情况、相应动作的机械特性参数,绘制动触头行程曲线和操作线圈电流波形,出具机构的状态分析报告。

[0042] 本实用新型对断路器机构操作所监测的项目基本涵盖了停电检修试验的大部分内容,其所监测得到的数据可以替代停电检修试验数据。

[0043] 本实用新型基于网络化数据采集、传输技术,采用 IEC61850 标准设计,具有多参数同步采样、开关参数实时在线监测、开关状态分析、双网络冗余设计、数据传输可靠,安全性高等优点。本实用新型具有分合闸电流、储能电流、触头位移、GIS 气室 SF6 气体压力、温度、密度、微水含量、局部放电等传感器输入,符合 4 级 EMI 的标准 4U 机箱。本实用新型双网口冗余设计,提高网络容错能力和运行可靠性,完全满足电力行业对可靠性的要求。本实用新型可以应用对挂网运行中的断路器及 GIS 进行机构机械特性在线监测及状态评估,简化了电力系统的定期的设备维护工作,安装运行后可以提前进行故障隐患报警,避免重大电网事故发生。本实用新型可以提供机构状态检测报告,指导变电站对开关进行有针对性的状态维修,不但能节约了定期检修所投入的大量资金和人力,还能减少设备投入的备件数量,避免不必要的材料浪费,同时也起到了延长设备使用寿命和环保的作用。

[0044] 以上所述仅为本实用新型的优选实施例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。



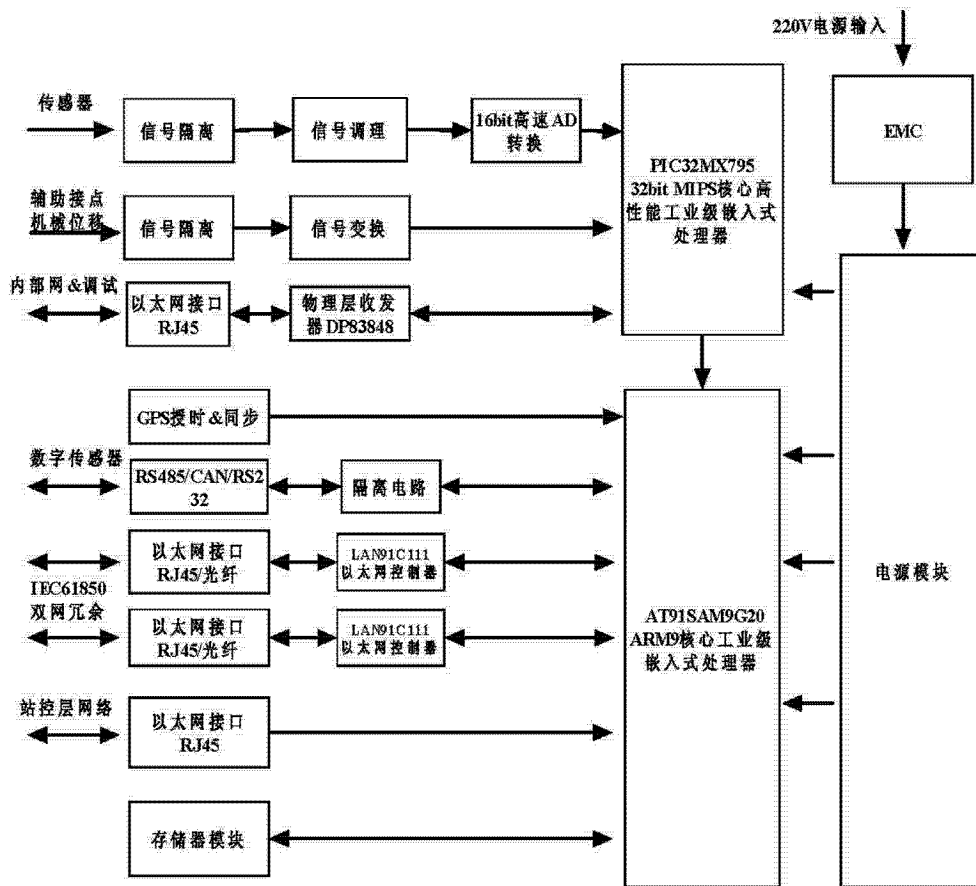


图 1

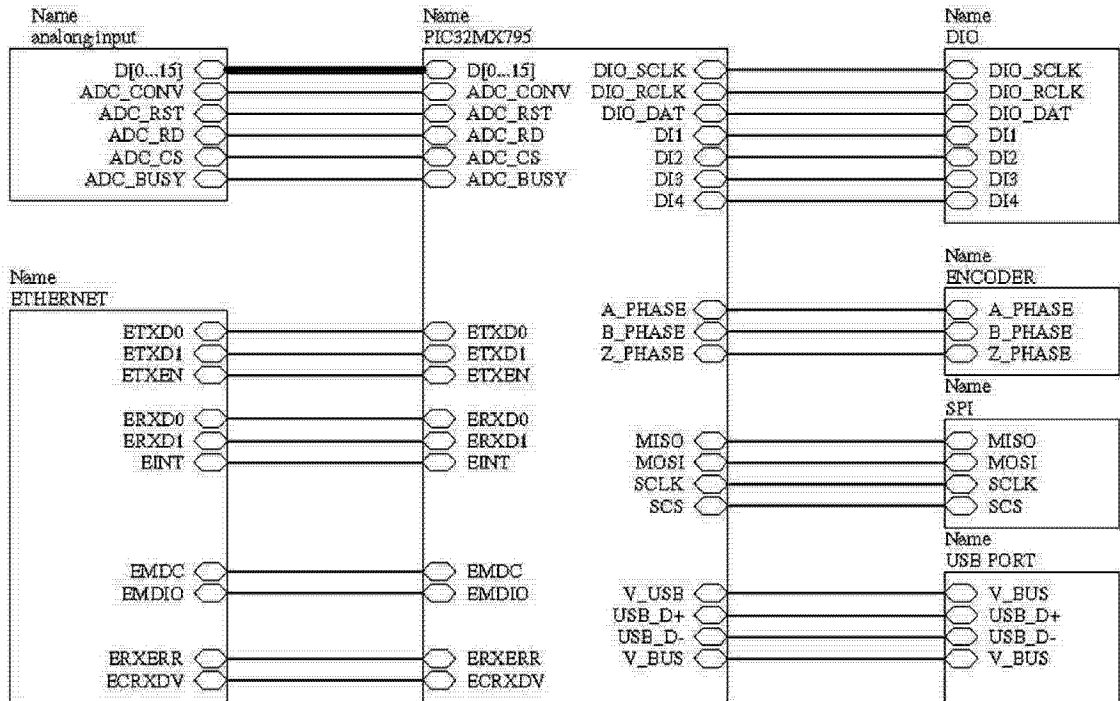


图 2

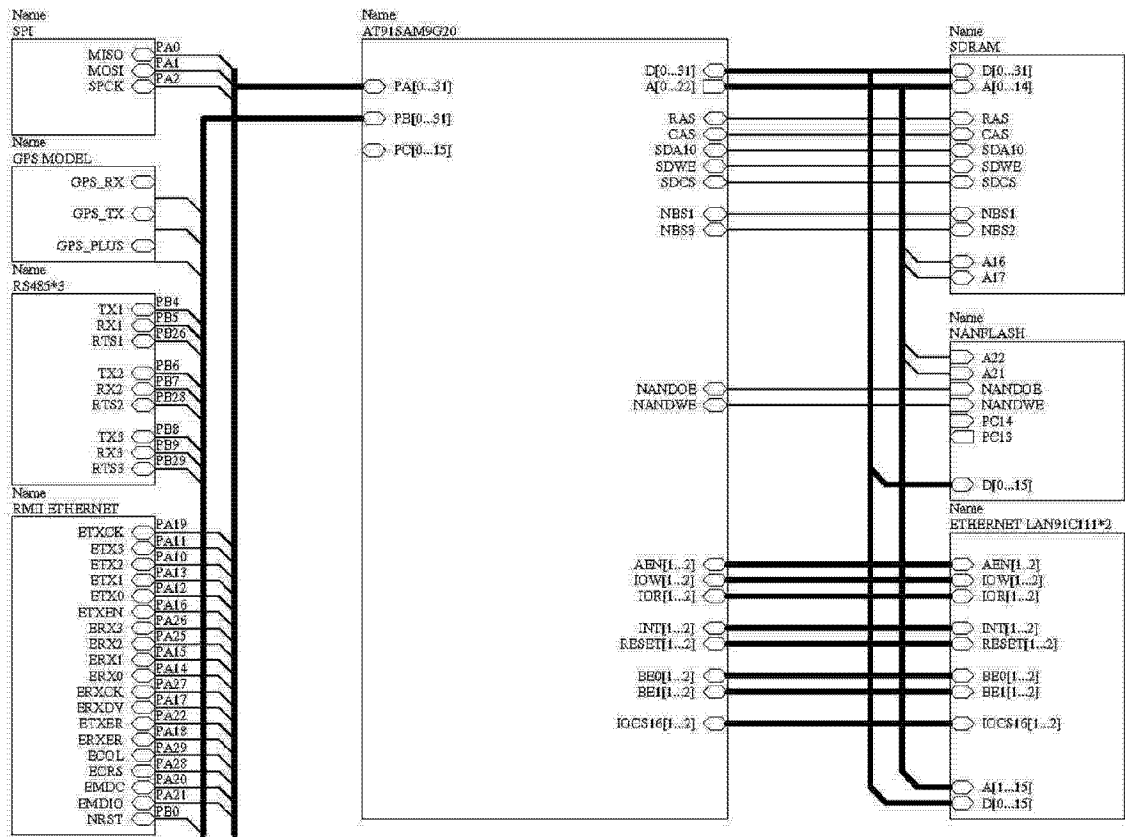


图 3

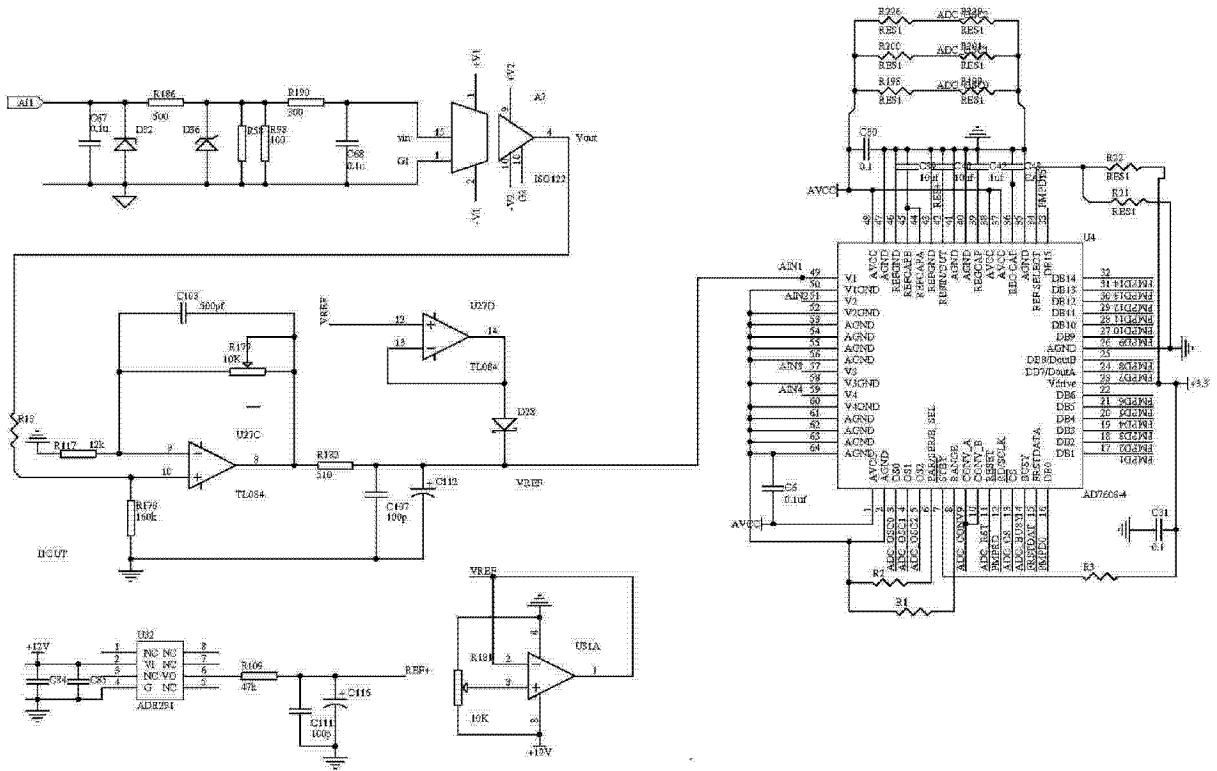
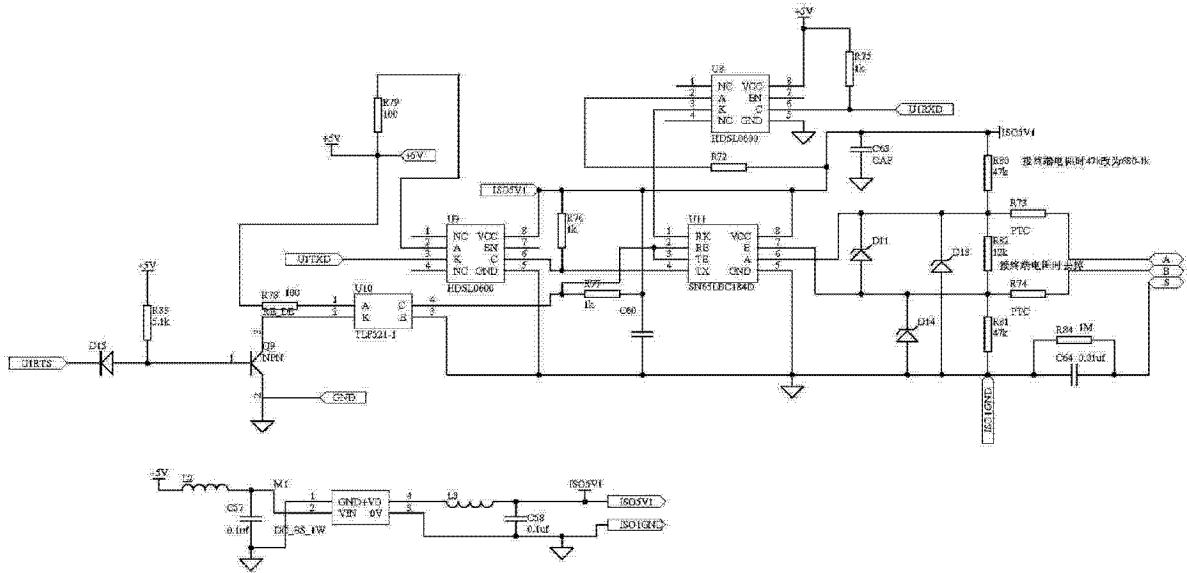


图 4



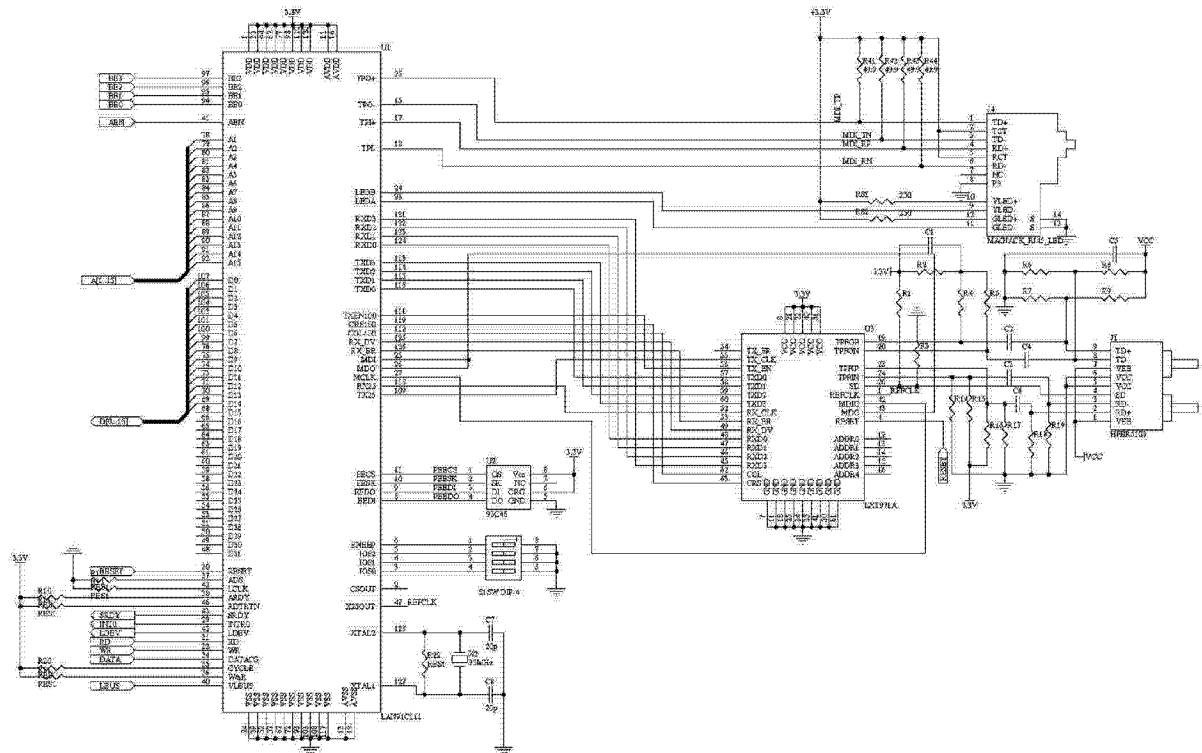


图 6