



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101576743 B

(45) 授权公告日 2011.08.10

(21) 申请号 200910116923.2

审查员 朱艳华

(22) 申请日 2009.06.01

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72) 发明人 陶维青 陈雄 周俭节

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51) Int. Cl.

G05B 19/048(2006.01)

G05B 19/042(2006.01)

G05B 19/418(2006.01)

(56) 对比文件

张巧云等. 基于 TMS320F2812 的数字频率计
的设计. 《单片机与嵌入式系统应用》. 2009,

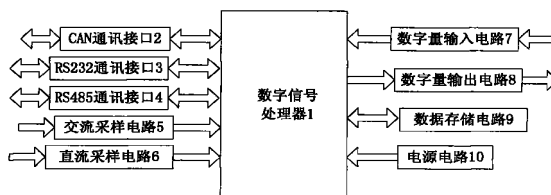
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

分布式环网柜监控终端

(57) 摘要

一种分布式环网柜监控终端,其特征是设置
微处理器 MCU 为 DSP 数字信号处理器,其外围设
置包括 CAN 通讯接口、RS232 通讯接口、RS485 通
讯接口、数据存储电路、交流采样电路、直流采样
电路、数字量输入电路、数字量输出电路和电源电
路;其中交流采样电路是以与电网耦合的各电流
互感器 CT 和电压互感器 PT 为信号采集器;由信
号采集器采样的被监测信号依次经滤波电路、电
容分压电路以差分方式输入多片级联的 AD 采样
芯片进行采样。本发明可以实现环网柜监控终端
的多路实时监控。



1. 一种分布式环网柜监控终端,其特征是:设置微处理器 MCU 为 DSP 数字信号处理器(1),其外围设置包括 CAN 通讯接口(2)、RS232 通讯接口(3)、RS485 通讯接口(4)、数据存储电路(9)、交流采样电路(5)、直流采样电路(6)、数字量输入电路(7)、数字量输出电路(8)和电源电路(10);所述交流采样电路(5)是以与电网耦合的各电流互感器 CT 和电压互感器 PT 为信号采集器;由所述信号采集器采样的被监测信号依次经滤波电路、电容分压电路以差分方式输入多片级联的 AD 采样芯片进行采样;

所述数字信号处理器(1)采用 DSP 芯片 TMS320F2812,CAN 通讯接口(2)由数字信号处理器(1)的片内自带 CAN 控制器 ECAN 对外接口引脚 CANTX 和 CANRX 经过光电耦合器的隔离后,外接 CAN 总线接口芯片 TJA1050;RS232 通讯接口(3)通过两根串行线与数字信号处理器(1)的 SCIRXDA 和 SCITXDA 相连;RS485 通讯接口(4)通过两根串行线与数字信号处理器(1)的 SCIRXDB 和 SCITXDB 相连;交流采样电路(5)通过 AD 采样芯片的串口与数字信号处理器(1)的多通道缓冲串口 McBSP 相连;所述 AD 采样芯片选用 16 位多通道高速串行同步 AD 转换芯片 AD73360;直流采样电路(6)直接与数字信号处理器(1)的片内 AD 相连;数字量输入电路(7)用作开关量输入信号的处理,来自数字量输入电路(7)的外部信号通过总线驱动器 74HC245 连接到数字信号处理器(1)的数据总线;所述数字信号处理器(1)的输出信号首先锁存在开关量输出信号锁存器 74HC574 中,再经光电耦合隔离器后输出到控制继电器;所述数据存储电路(9)由 SRAM 存储器 CY7C1021BV33 和 EEPROM 存储器 X5323 组成,SRAM 存储器与数字信号处理器(1)的 XINTF 口相连,EEPROM 存储器与数字信号处理器(1)的 SPI 总线相连;电源电路(10)由工作电源和后备电源组成,工作电源直接从馈线上获取并为蓄电池充电,蓄电池连接在环网柜监控终端的后备电源接口上;

以 DSP 的 GPIOB0 端口和 GPIOB1 端口分别接施密特触发器 74HC74 的 D0 端口和 D1 端口;以所述施密特触发器 74HC74 的 Q0 端口分别接四片 AD73360 的 SE 引脚,并以所述施密特触发器 74HC74 的 Q1 端口分别接四片 AD73360 的 RESET 引脚;

对于采样数据既采用时域处理,又采用频域处理,在时域处理时,DSP 每获得一点的采样值时完成一次平方和累加运算以计算电压、电流的有效值,同时完成一次对相应电压、电流采样值乘积的累加以实现有功功率的时域计算。

2. 根据权利要求 1 所述的分布式环网柜监控终端,其特征是设置多台环网柜监控终端 RMU 通过 CAN 通讯接口(2)进行连接,在所述多台环网柜监控终端 RMU 中,设置其中一台为主监控终端 RMU,其余各台为子监控终端 RMU;由所述各子监控终端 RMU 实时采集的电网线路电压、电流模拟数据和开关状态的数字量信号是由主监控终端 RMU 收集,并经串口通讯向配电主站上报;所述配电主站根据主监控终端 RMU 的上报数据得出处理结果;所述配电主站对于各个监控终端的参数设置是经过主监控终端 RMU 下发给各子监控终端 RMU。

分布式环网柜监控终端

技术领域

[0001] 本发明涉及供电系统环网柜监控终端。

背景技术

[0002] 环网柜应用于环网供电单元,用于电能的分配与计量,并与智能化控制器一起完成配网故障隔离与恢复供电、网络优化等。随着环网供电技术日益成熟,环网柜以其体积小、结构紧凑、安装方便、维护简单、安全可靠、方便供电等诸多优点而被广泛应用。为满足不同用户的需要,环网柜的结构和功能趋于多样化,随着我国电力工业持续高速发展,尤其是城乡电网的现代化建设与改造,对电器产品的合理配置提出了更新的要求,用户也对供电质量和可靠性提出了更高的要求。不但要求环网柜小型化,而且要求智能化、网络化,使新一代的环网柜具有配网自动化的功能。

[0003] 环网柜监控终端装置 RMU 是针对目前城市电网中应用越来越广泛的环网柜、小型开闭所而开发的监控终端产品,可与配电网自动化主站和子站系统相配合,实现多条线路的电量的采集和控制,检测故障、故障区域定位、隔离及非故障区域恢复供电,提高供电可靠性。

[0004] 目前的环网柜监控终端主要有两种方案来实现交流采样,一种方案是直接利用 MCU 片内的 AD 采样芯片来对线路的电压、电流进行测量,另一种方案是采用片外 AD 采样芯片来对线路的电压、电流进行测量。前者采样精度低,采样路数少,无法做到同步采样,给计算功率、零序电压和电流带来更多的计算量;后者采样精度稍高,但目前一般采用的是并口的 AD 采样芯片,当测量路数较多,需要多片 AD 级联时,这一方案无法实现同步采样。

发明内容

[0005] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足之处,提供一种分布式环网柜监控终端,以实现环网柜监控终端的多路同步采样。

[0006] 本发明解决技术问题采用如下技术方案:

[0007] 本发明分布式环网柜监控终端的结构特点是设置微处理器 MCU 为 DSP 数字信号处理器,其外围设置包括 CAN 通讯接口、RS232 通讯接口、RS485 通讯接口、数据存储电路、交流采样电路、直流采样电路、数字量输入电路、数字量输出电路和电源电路;所述交流采样电路是以与电网耦合的各电流互感器 CT 和电压互感器 PT 为信号采集器;由所述信号采集器采样的被监测信号依次经滤波电路、电容分压电路以差分方式输入多片级联的 AD 采样芯片进行采样。

[0008] 本发明分布式环网柜监控终端的结构特点也在于:

[0009] 设置多台环网柜监控终端 RMU 通过 CAN 通讯接口进行连接,在所述多台环网柜监控终端 RMU 中,设置其中一台为主监控终端 RMU,其余各台为子监控终端 RMU;由所述各子监控终端 RMU 实时采集的电网线路电压、电流模拟数据和开关状态的数字量信号,是由主监控终端 RMU 收集,并经串口通讯向配电主站上报;所述配电主站根据主监控终端 RMU 的上报

数据得出处理结果;所述配电主站对于各个监控终端的参数设置是经过主监控终端 RMU 下发给各子监控终端 RMU。

[0010] 所述数字信号处理器采用 DSP 芯片 TMS320F2812, CAN 通讯接口由数字信号处理器的片内自带 CAN 控制器 ECAN 对外接口引脚 CANTX 和 CANRX 经过光电耦合器的隔离后, 外接 CAN 总线接口芯片 TJA1050 ;RS232 通讯接口通过两根串行线与数字信号处理器的 SCIRXDA 和 SCITXDA 相连 ;RS485 通讯接口通过两根串行线与数字信号处理器的 SCIRXDB 和 SCITXDB 相连 ;交流采样电路通过 AD 采样芯片的串口与数字信号处理器的多通道缓冲串口 McBSP 相连 ;所述 AD 采样芯片选用 16 位多通道高速串行同步 AD 转换芯片 AD73360 ;直流采样电路直接与数字信号处理器的片内 AD 相连 ;数字量输入电路用作开关量输入信号的处理, 来自数字量输入电路的外部信号通过总线驱动器 74HC245 连接到数字信号处理器的数据总线 ;所述数字信号处理器的输出信号首先锁存在开关量输出信号锁存器 74HC574 中, 再经光电耦合隔离器后输出到控制继电器 ;所述数据存储电路由 SRAM 存储器 CY7C1021BV33 和 EEPROM 存储器 X5323 组成, SRAM 存储器与数字信号处理器的 XINTF 口相连, EEPROM 存储器与数字信号处理器的 SPI 总线相连 ;电源电路由工作电源和后备电源组成, 工作电源直接从馈线上获取并为蓄电池充电, 蓄电池连接在 RMU 的后备电源接口上。

[0011] 与已有技术相比, 本发明有益效果体现在 :

[0012] 1、本发明通过在 DSP 芯片外围扩展四片六通道同步采样串口 AD 采样芯片进行交流采样, 可以同时环网柜内的二十四条线路进行实时监控 ;相应的设置最多可以采用八片级联, 实现对四十八路信号进行实时监控 ;

[0013] 2、本发明由于采用多片 AD 采样芯片级联并通过一个串口与 DSP 数字信号处理器连接, 其接口线路简单、结构紧凑, 且抗干扰性好, 可以很容易地安装于其它系统中。

[0014] 3、本发明所采用的 AD 采样芯片为多通道高速串行同步 AD 采样芯片, 采用时分多用技术输出各通道的采样数据, 很好地减小了同步误差带来的功率及电能计量误差。所采用的 AD 采样芯片由于采用 $\Sigma - \Delta$ A/D 转换原理, 具有良好的内置抗混叠性能。

[0015] 4、本发明由于 AD 采样的同步性, 通过计算 A、B、C 三相电流、电压相量之和来计算零序电流、零序电压和零序无功, 使得零序电流、零序电压和零序无功的测量简单、精确。对中性点不接地系统, 如安装有三相电压互感器则使用零序无功方向进行接地故障识别, 否则使用零序电流幅值进行接地故障识别, 其零序电流比较定值可由远方通过通讯口在线维护, 从而能准确判断故障线路和故障区段。

[0016] 5、本发明具有 CAN 总线通讯功能, 可以将多台监控终端进行组网, 其中一台为主 RMU, 其余的是子 RMU。由主 RMU 收集子 RMU 的电压电流值、继电器开关状态、故障信息等, 并向主站上报。主站根据主 RMU 上报来的数据得出的处理结果、主站对于各个 RMU 监控终端的参数设置等都经过主 RMU 下发给子 RMU。

[0017] 6、本发明的监控终端可实现 40 路遥信及 12 路遥控。遥信信号通过总线驱动器与数字信号处理器连接, 遥信的路数扩展起来比较简单方便。

[0018] 7、本发明的监控终端支持基于 CANopen 协议的 CAN 总线通讯方式, 对于主站而言多个 RMU 终端级联可以抽象成一个设备, 从而可以减轻主站的通信负担。采用的 CAN 总线是目前世界范围内应用最为广泛的现场总线技术之一, 它具有着高速、可靠、抗干扰性强、成本低廉和传送报文简短、高效并带有优先级和非破坏仲裁等诸多优点。

[0019] 8、本发明可以采用 TMS320F2812 芯片,其内部资源丰富,尤其是其高速同步缓冲串口 McBSP 使其与 AD 采样芯片的接口电路极其简单,易于实现,缩短了终端的开发周期。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明所述监控终端的总体示意图;

[0021] 图 2 为本发明所述监控终端的各接口电路示意图;

[0022] 图 3 为本发明具体实施中多片级联的采样芯片与 DSP 的接口电路图;

[0023] 图 4 为本发明具体实施中测量电路原理图,是以单片 AD 采样芯片的单通道为代表,其余通道结构相同;

[0024] 图 5 为本发明具体实施中控制回路原理框图,图中所示为单路遥控,各路结构相同;

[0025] 图 6 为本发明具体实施中 RMU 组网结构图;

[0026] 图 7 为本发明具体实施中软件模块化框图;

[0027] 图 8 为本发明具体实施中 DSP 数字信号处理器控制流程图。

[0028] 以下通过具体实施方式,结合附图对本发明作进一步说明,

具体实施方式

[0029] 参见图 1,设置微处理器 MCU 为 DSP 数字信号处理器 1,其外围设置包括 CAN 通讯接口 2、RS232 通讯接口 3、RS485 通讯接口 4、数据存储电路 9、交流采样电路 5、直流采样电路 6、数字量输入电路 7、数字量输出电路 8 和电源电路 10;交流采样电路 5 是以与电网耦合的各电流互感器和电压互感器为信号采集器;由信号采集器采样的被监测信号依次经滤波电路、电容分压电路以差分方式输入多片级联的 AD 采样芯片进行采样。

[0030] 参见图 2,本实施例中,数字信号处理器 1 采用具有强大数据处理能力的 DSP 芯片 TMS320F2812,以满足 RMU 遥测数据的计算量大、实时性高的要求;CAN 通讯接口 2 由数字信号处理器 1 的片内自带增强型 CAN 控制器 ECAN 对外接口引脚 CANTX 和 CANRX 经过光电耦合器的隔离后,外接 CAN 总线接口芯片 TJA1050 来实现;RS232 通讯接口 3 通过两根串行线与数字信号处理器 1 的 SCIRXDA 和 SCITXDA 相连;RS485 通讯接口 4 通过两根串行线与数字信号处理器 1 的 SCIRXDB 和 SCITXDB 相连;交流采样电路 5 由电压、电流信号调理电路和 AD 采样芯片级联电路组成,它通过主 AD 芯片的串口与数字信号处理器 1 的多通道缓冲串口 McBSP 相连,AD 采样芯片优选 16 位多通道高速串行同步 AD 转换芯片 AD73360;直流采样电路 6 直接与数字信号处理器 1 的片内 AD 相连,完成对温度和蓄电池电压等直流量进行实时采样;数字量输入电路 7 用作开关量输入信号的处理,外部信号进入后,通过总线驱动器 74HC245 连到数字信号处理器 1 的数据总线上,每片 74HC245 可以连接 8 路遥信信号,并为每片的 8 路遥信信号在数字信号处理器 1 里开辟相应的内存空间,数字信号处理器 1 通过译码读取相应地址空间里的内容就可获得相应的遥信信号;所述的数字量输出电路 8 主要用作遥控量的处理,数字信号处理器 1 输出信号首先锁存在开关量输出信号锁存器 74HC574 中,经光电耦合隔离器后,再输出到控制继电器;数据存储电路 9 由 SRAM 存储器 CY7C1021BV33 和 EEPROM 存储器 X5323 组成,SRAM 存储器与数字信号处理器 1 的 XINTF 口相连,EEPROM 存储器与数字信号处理器 1 的 SPI 总线相连;电源电路 10 由工作电源和后备

电源组成,工作电源直接从馈线上获取并为蓄电池充电,蓄电池接到 RMU 的后备电源接口上,以保证 RMU 的供电可靠性。

[0031] 图 3 所示,本实施例通过多片 AD73360 级联实现对多路模拟信号的高速同步采样,AD73360 是 6 通道模拟输入的 16 位串行可编程 A/D 转换器。由于采用 $\Sigma - \Delta$ A/D 转换原理,具有良好的内置抗混叠性能,所以对模拟前端滤波器的要求不高,用一阶 RC 低通滤波器就能满足要求;AD73360 能保证 6 路模拟信号同时采样,在变换过程中延迟很小,并且无须 CPU 干预,从而有效地减少了由于采样时间不同而产生的相位误差。每个通道可以允许从直流到 4kHz 的模拟信号通过,且能提供 77dB 的信噪比。由于其采样率和输入信号增益都是可编程的,当输入时钟为 16.384MHz 时,采样率可分别设置为 64K、32K、16K 和 8K;增益可在 0dB 到 38dB 之间选择,因而它既适合于大信号的应用,也适合于小信号的应用。AD73360 还可以多片级联使用,从而扩充模拟输入的通道数,最多可级联 8 片即 48 个通道。对 AD73360 的控制简单,只需完成其内部 8 个控制寄存器的初始化后,即可进入采样状态,而无需 CPU 干涉,选用 AD73360 芯片很好地满足了环网柜的设计要求。

[0032] 此外,在 AD73360 与 DSP TMS320F2812 之间通过串口连接,接口电路极其简单。在 TMS320F2812 依次写入各片 AD73360 各控制寄存器的控制字后,AD73360 便可进入数据模式或混合模式开始对模拟信号进行同步采样,并采用时分多用技术将各通道采样数据依次送入 TMS320F2812 中进行数字信号处理。AD73360 在这种方式下的级联方式相当于其内部各个 ADC 的一种延续,也可以看成组成了一片具有 24 个通道的 AD73360,由于具有一致的 DMCLK,且各通道之间的延时小,一般为 $(25 * M)$ μ S (M 为 AD 芯片级联的数量),所以级联的 AD 采样芯片之间具有很好的同步性。

[0033] 图 4 为本实施例中测量电路原理图,多路电压、多路电流分别经过电压互感器 PT、电流互感器 CT 变换、电阻取样和电容滤波变换为适合采集的交流信号,然后以差分方式输入 AD 转换芯片内进行采样转换。

[0034] 图 5 所示为本发明控制模块,DSP 将控制信号传送到锁存器 74HC574 中,锁存器的输出驱动光电耦合器 TLP181 工作,TLP181 的输出驱动三极管开关电路中的三极管导通,使 +12V 电压加在继电器两端,继电器动作。继电器内有两组动作机构,通过连接到不同输出端子可以实现常开触点、常闭触点。无控制动作时,光电耦合器不工作,三极管处于截止状态,使继电器保持原有状态防止误动。为了避免外部出现的高能量瞬时过压脉冲损坏内部器件,在继电器两端也并接了瞬态电压抑制二极管。

[0035] 图 6 所示为发明的 RMU 组网结构图,将多台 RMU 监控终端组网,其中的一台 RMU 为主 RMU,其余的是子 RMU。RMU 实时采集电网线路电压、电流等模拟数据和开关状态等数字量信号,同时主 RMU 经通讯设备将数据发送到配电站、从 RMU 经 CAN 总线将数据发送给主 RMU。由主 RMU 收集子 RMU 的电压电流值、继电器开关状态、故障信息等,并向主站上报。主站根据主 RMU 上报来的数据得出的处理结果、主站对于各个 RMU 监控终端的参数设置等都经过主 RMU 下发给子 RMU。这样可以将多个通过 CAN 总线连接的多个 RMU 抽象成一个设备,从而减轻主站通信负担。

[0036] 图 7 和图 8 所示,本实施例中,充分利用 TI 公司提供的 IQmath Library 以实现浮点运算与定点程序代码的无缝接口,从而简化程序的开发,并大大提高程序运行的实时性。采用模块化的设计思想,将整个流程划分为多个模块。具体包括初始化模块,自检测

模块, 数据采集和处理模块, 数字信号检测模块, 相间短路故障处理模块, 单相接地故障处理模块, 串口通讯模块, 101 协议模块, CANopen 协议模块, 参数维护和存储模块, 时钟计时处理模块。而且各个模块可以由可维护参数动态使能或屏蔽, 从而实现内核的动态增加和裁减。模拟操作系统的事件驱动思想, 通过定时器等内部中断事件, 采样、通信等外部中断事件来设置标志位, 主程序在 while 大循环中检测到这些标志位, 则调用相应的函数来执行具体任务。在数据采集和处理模块中, 对于采样数据既采用了时域处理, 又采用了频域处理。在时域处理时, DSP 每获得一点的采样值时完成一次平方和累加运算以计算电压、电流的有效值, 同时完成一次对相应电压、电流采样值乘积的累加以实现有功功率的时域计算, 时域计算快捷且不需要保存采样点值, 而且由于 AD73360 的采样率可在 8kHz-64kHz 选择, 即使级联时采样率会受到限制, 也至少能达到 8kHz 的采样率, 电力参数的精度与一个周期的采样点数成正比, 所以能很好地保证时域计算的精度, 所以时域计算得到的电力参数满足了需要快速反应的保护场合。在频域处理时, 对时域一个周期的采样点做适当抽取保存后做 FFT, 完成频域计算, 从而实现谐波及相位分析。对于 4 片级联的 AD73360, 其最高采样率能达到 32kHz, 对工频信号而言, 一个周波能采样 640 点, 可每 10 点保存一点, 即每周波抽取 64 点做 FFT。为了提高计算速度, 将电压、电流采样点构成复数序列, 进行复数 FFT, 一次可完成两路交流信号的傅氏计算。

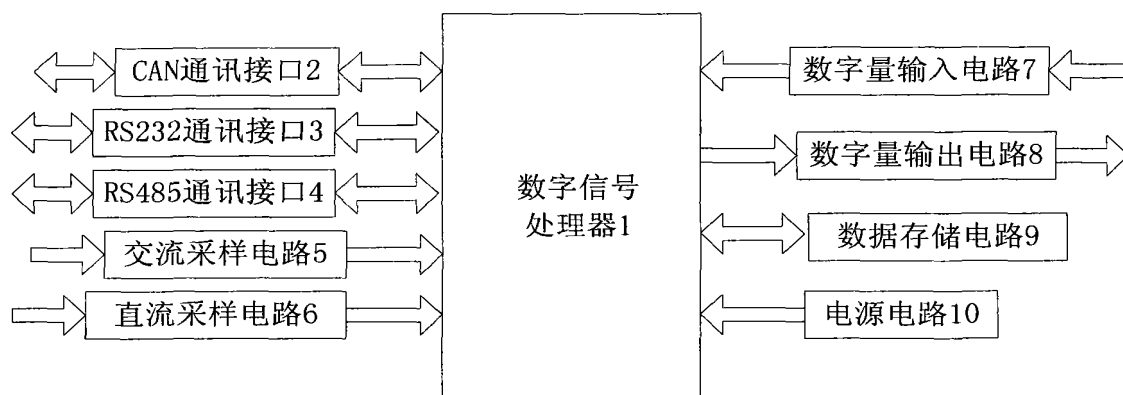


图 1

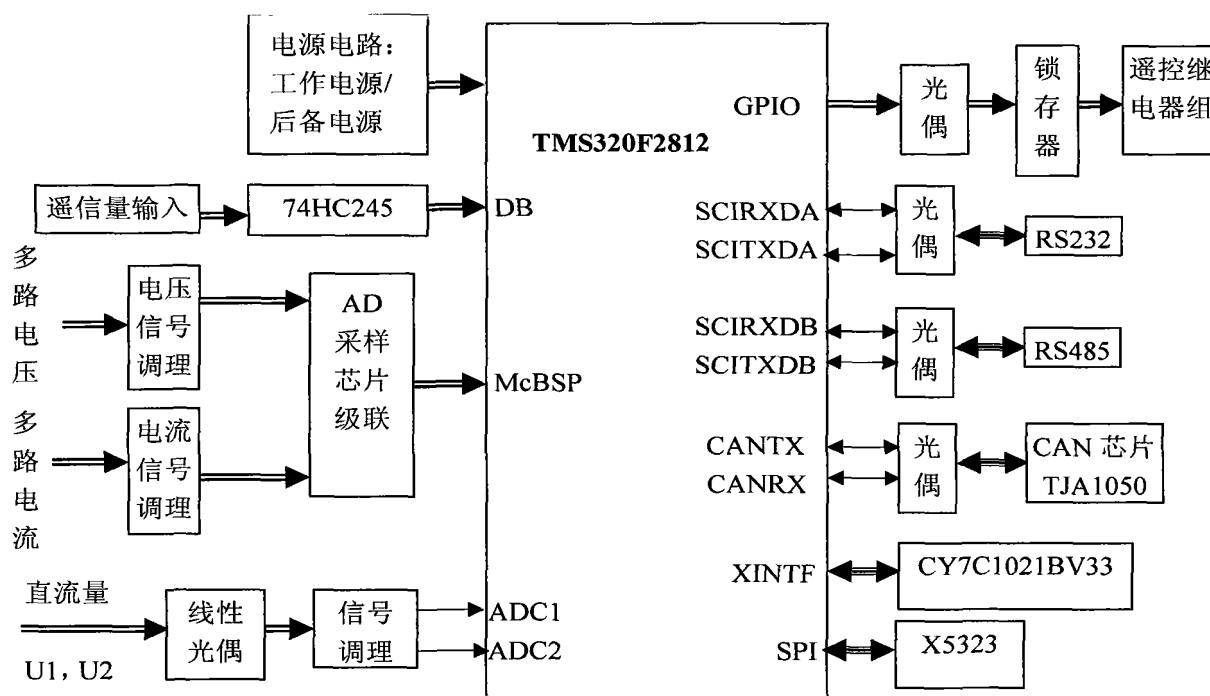


图 2

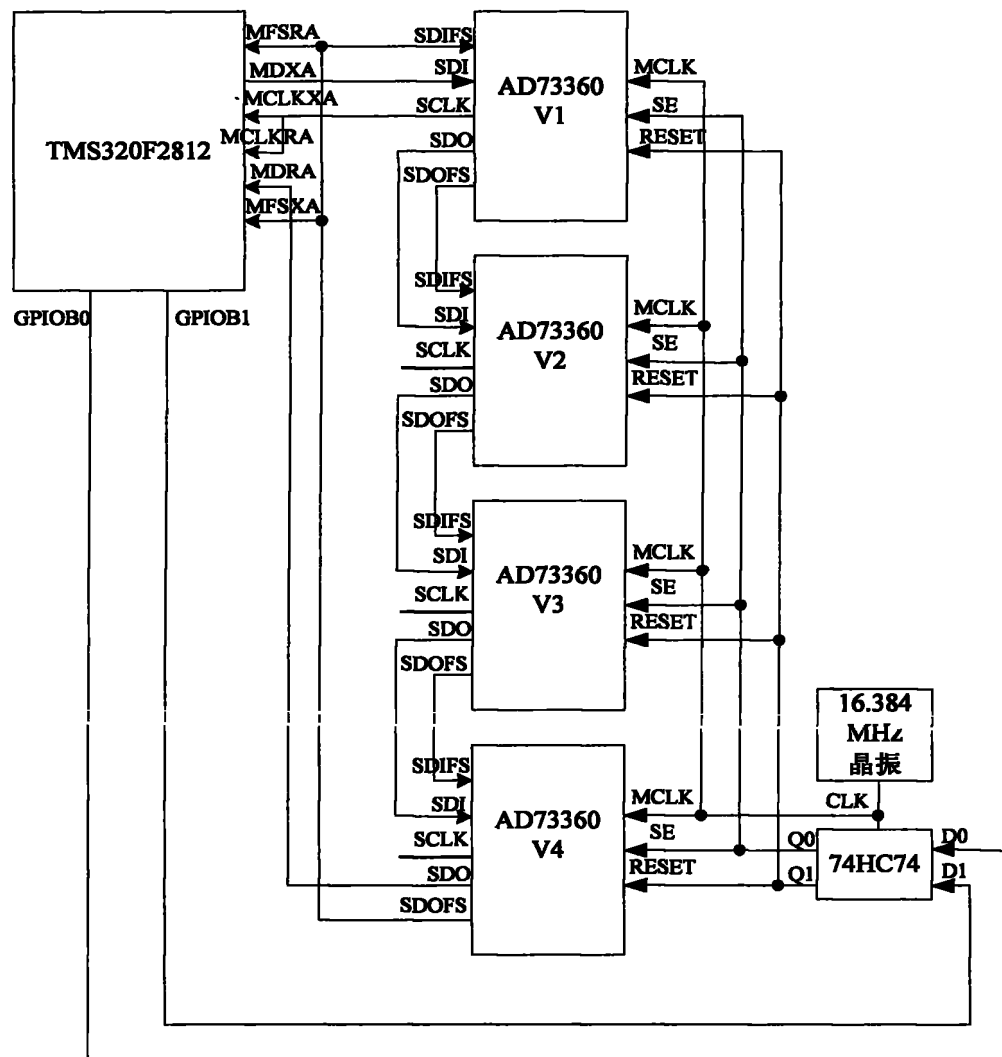


图 3

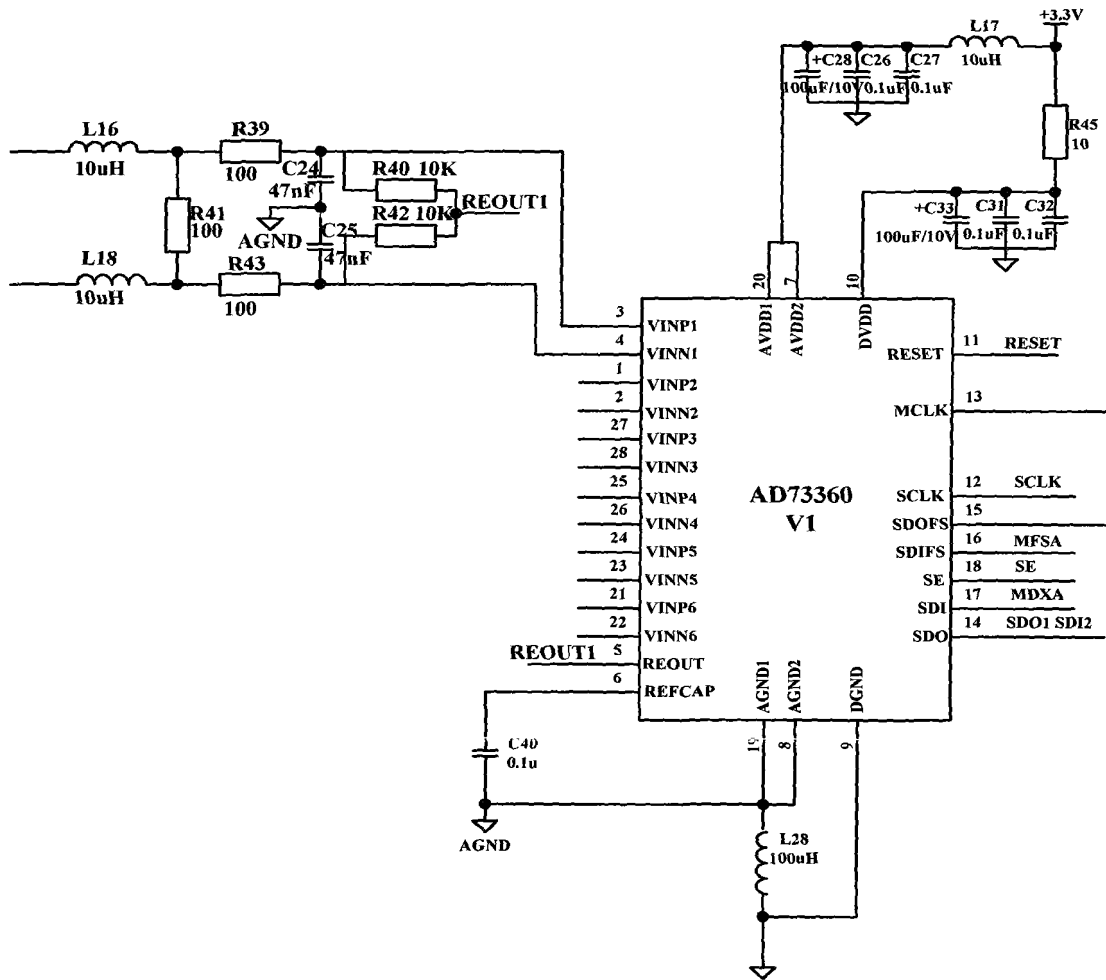


图 4

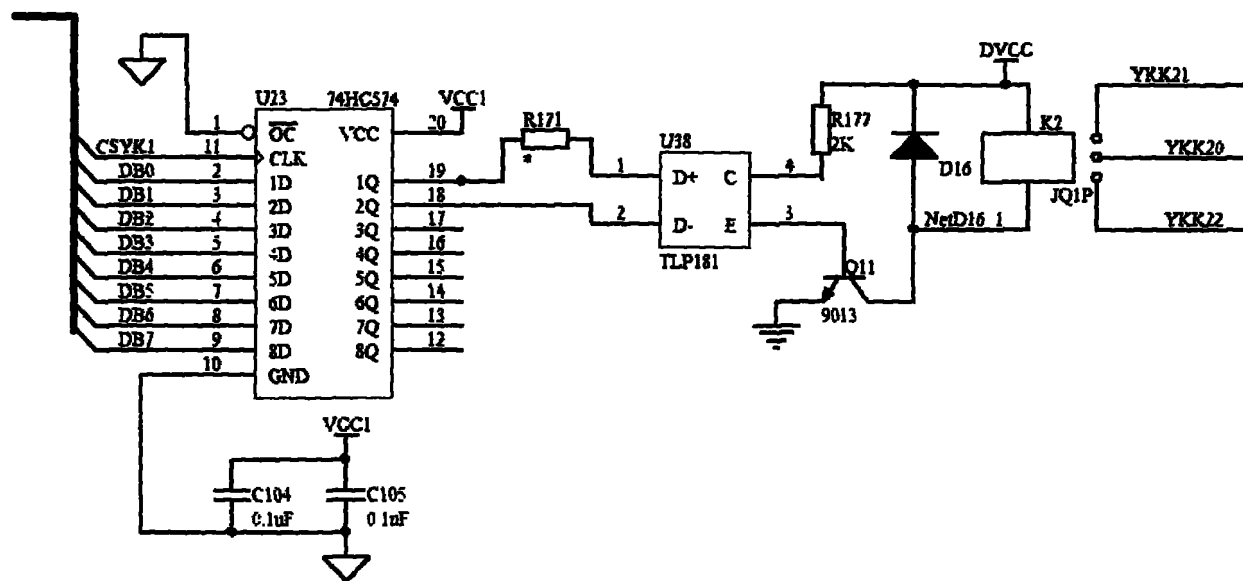


图 5

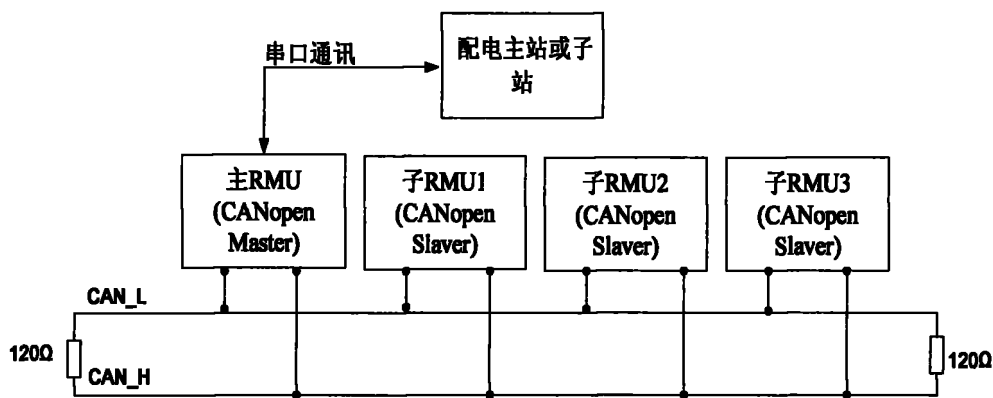


图 6

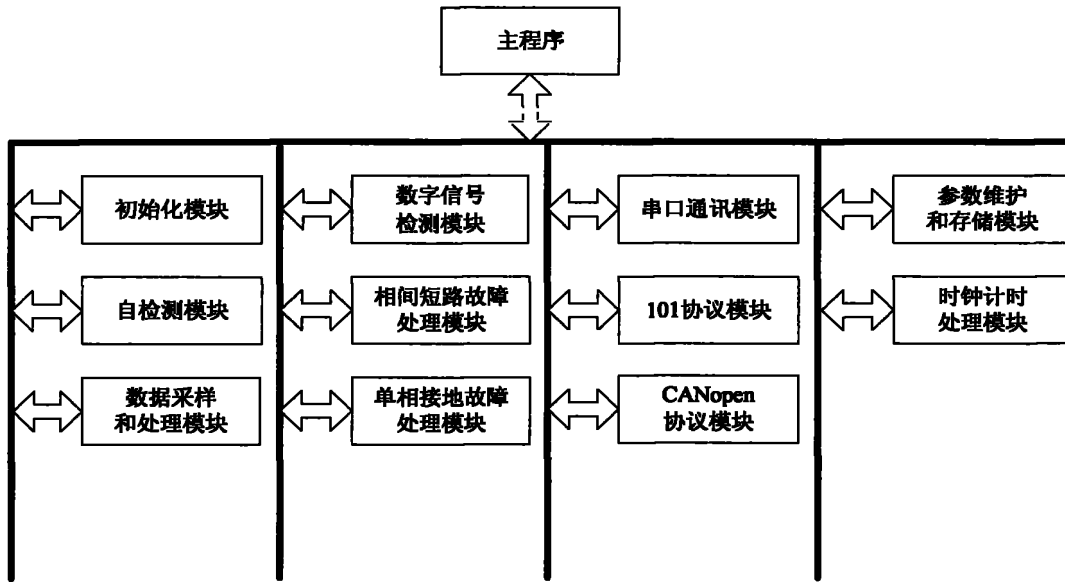


图 7

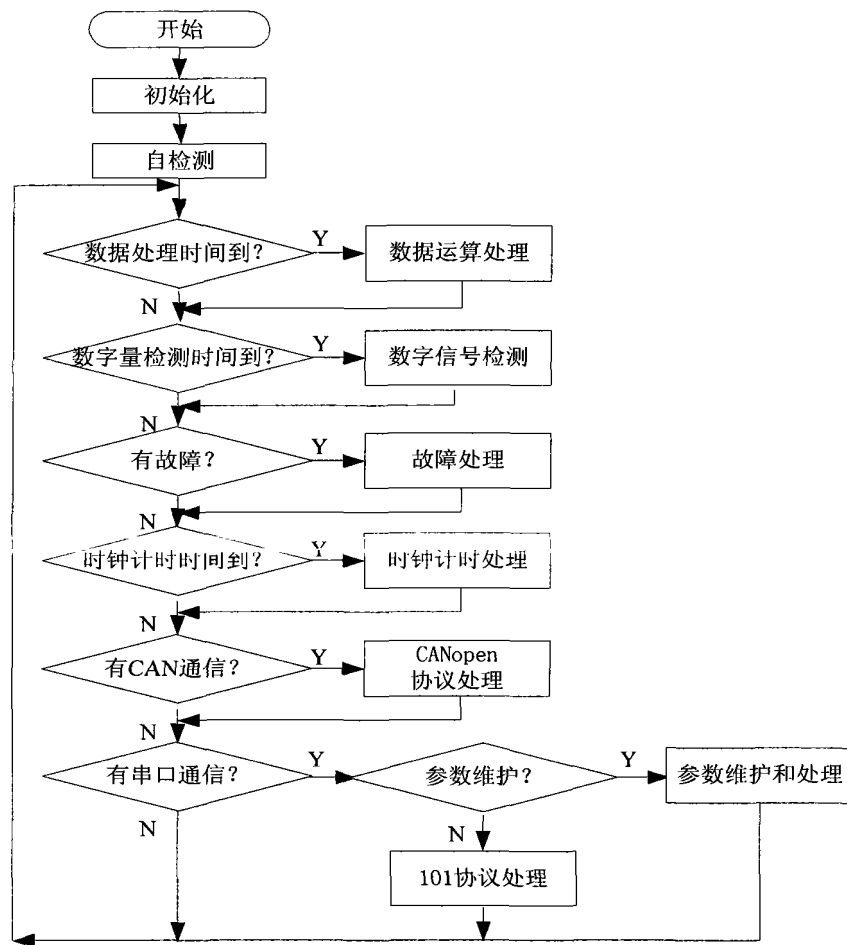


图 8