

基于 STM32 和 LabVIEW 的光伏发电监测系统的设计*

周红标, 刘艳, 殷荣华, 丁友威

(淮阴工学院 电子与电气工程学院, 江苏 淮安 223003)

摘要: 提出了基于 STM32 和 LabVIEW 的光伏发电监测系统的设计方法。以 STM32 作为数据采集器的核心, 对系统的光伏板侧温度、光强以及控制器和逆变器的电压、电流等数据进行采集, 并通过 RS-232 总线将其送到 PC 中。在上位机利用 LabVIEW 搭建虚拟监测平台, 能实时显示系统运行状态, 便于系统的管理和故障排查。

关键词: 光伏监测; STM32; LabVIEW

中图分类号: TP277

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)10-0023-03

Design of PV monitoring system based on STM32 and LabVIEW

Zhou Hongbiao, Liu Yan, Ying Ronghua, Ding Youwei

(Faculty of Electronic and Electrical Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huai'an 223003, China)

Abstract: It proposes the design method about photovoltaic power monitoring system based on LabVIEW and STM32. It uses STM32 as a core of data acquisition devices to collect the temperature, light intensity, voltage, current and frequency data of photovoltaic power generation system and sends them to the PC through the RS-232 bus. On upper computer, it uses LabVIEW to build virtual monitoring platform to real-time display system status, which is in favour of system management and troubleshooting.

Key words: PV monitoring; STM32; LabVIEW

太阳能作为一种非常重要的可再生能源受到广泛关注, 光伏发电是目前利用太阳能最直接的一种方式^[1-2]。光伏发电系统的核心主要有太阳能板、控制器和逆变器。对系统核心部件进行实时监测, 采集系统运行的动态数据, 不仅能够确保系统长期稳定运行^[3], 而且还可通过对数据的处理和分析, 以进一步优化系统的性能^[4]。

本文以 STM32 为核心设计了一个光伏发电系统的监测装置, 能自动采集光伏系统中光伏板的环境温度与光强、控制器侧直流电压与电流以及逆变器侧交流电压、电流、相位和频率等信息。该装置将数据 A/D 转换后通过 RS-232 总线送至上位机。上位机的 LabVIEW 虚拟检测平台集数据管理、数据采集、数据分析等功能于一体, 能够对光伏系统的数据进行处理分析。

1 系统总体设计

该系统分硬件采集装置和上位机管理平台两部分。硬件采集装置包括光强检测模块、温度检测模块、电压电流检测模块、STM32 核心系统以及液晶显示模块等; 上位机管理平台采用虚拟仪器软件 LabVIEW 来设计,

包括数据管理模块、数据采集模块、数据分析模块、辅助模块等。系统的整体结构框图如图 1 所示。

2 硬件设计

2.1 直流侧电压、电流测量

由于直流侧电压电流较小, 因此采用采样电阻结合

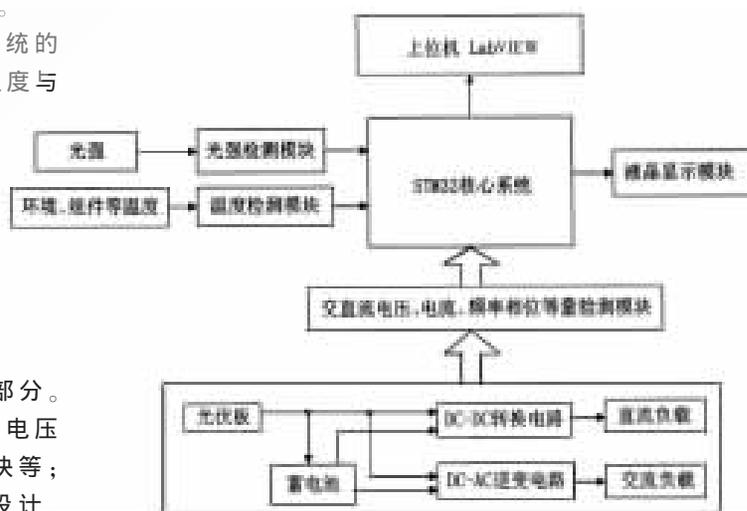


图 1 系统结构框图

* 基金项目: 淮安市科技支撑计划项目(HAG2011062); 淮阴工学院大学生创新项目(12065)

硬件纵横

Hardware Technique

运算放大器的方法监测其电流。为尽量减小温漂,采样电阻选择精度较高的康铜电阻。利用两级差分比例运放并加以电压跟随器进行阻抗匹配,使其对被测电路的影响降到最低。电流的测量直接采用电阻分压法。

2.2 交流侧电压的幅度、相位测量

AD8302 集幅度与相位的测量功能于一身,能够简化幅相检测模块的设计,同时也提高了系统的性能。基于 AD8302 的测量电路如图 2 所示。AD8302 的管脚 VMAG 和 VPHS 直接与芯片反馈设置输入管脚 MSET 和 PSET 相连,其测量模式工作在默认的斜率和中心点上(精确幅度测量比例系数为 30 mV/dB,精确相位测量比例系数为 10 mV/°)。

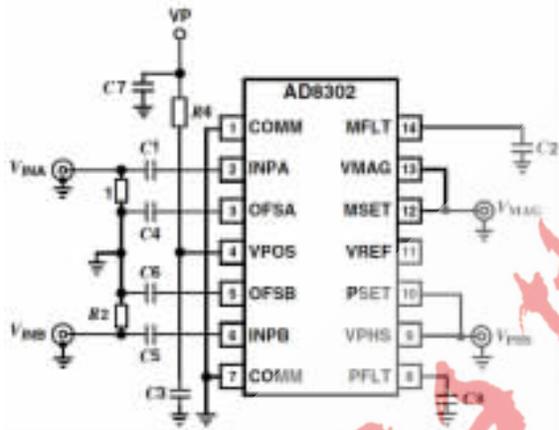


图 2 AD8302 电路

在低频条件下,对幅度和相位进行测量的方程式如下:

$$V_{MAG} = R_{FL} L_{SLP} \log(V_{INA}/V_{INB}) + V_{CP} \quad (1)$$

$$V_{PHS} = -R_{FL} \phi (|\Phi(V_{INA}) - \Phi(V_{INB})| - 90^\circ) + V_{CP} \quad (2)$$

在幅度测量方程中, $R_{FL} L_{SLP}$ 代表的斜率为 600 mV/°或 30 mV/dB,在中心点 900 mV 处,其增益为 0 dB, -30 dB~30 dB 的增益范围对应于 0 V~1.8 V 的输出电压范围;而在相位测量方程中, $R_{FL} \phi$ 代表的斜率为 10 mV/°,中心点 900 mV 所对应的相位为 90°,0°~180°的相位范围对应于 1.8 V~0 V 的输出电压范围。

2.3 光伏板光强、温度测量

光伏板的能量输出及光强与环境温度密切相关,因而对光伏系统做精准的评估时必须精确、可靠地监测光强、环境温度以及组件温度。光强模块采用 BH1750FVI 数字型光强传感器集成电路,其接近视觉灵敏度的光谱灵敏度与高分辨率可以检测较大范围的光强变化,同时内部集成有 A/D 可直接输出对应强度数字值;温度模块选用 DS18B20 温度传感器,其适应电压范围宽,拥有独特的单线接口方式,支持多点组网功能可以实现组网多点测温,温度分辨率可达到 0.0625°C,可在几十毫秒内完成温度信号到数字信号的转换并将其以“一线总线”串行传送给 CPU,同时可传送 CRC 校验码,具有极强的抗干扰纠错能力。

2.4 STM32 核心系统

STM32 系列是基于要求高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用专门设计的 ARM Cortex-M3 内核。本监测系统选用其中性能较高的增强型 STM32F103VET6 作为核心器件,时钟频率可达 72 MHz,具有一流的外设和优异的实时性能,利用其内部丰富的功能模块,无需外扩芯片即可对各模块采集到的数据信号进行多通道模/数转换,并可采用 JTAG 仿真器进行调试。

2.5 RS-232 通讯模块

由于本系统只需要完成短距离内的数据传送,故选用了 RS-232 通信芯片 MAX232,具体电路如图 3 所示。C1~C4 及其对应引脚构成电荷泵电路,产生 12 V 和 -12 V 电源满足 RS-232 串口电平的需要。

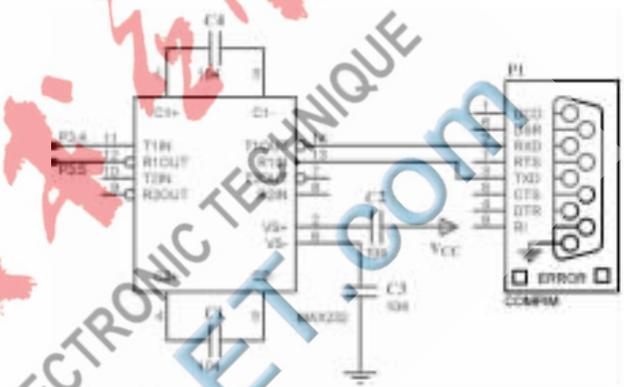


图 3 通信接口电路

3 软件设计

3.1 嵌入式软件

本系统采用的开发平台为经典的 Keil4。应用程序包括主程序、数据采集及处理程序、串行通信程序、彩屏显示程序 4 个主要部分。

主程序主要负责对系统时钟、GPIO 口、彩屏显示、嵌套中断的配置以及定时器、ADC 和串行通信模块的初始化。数据采集及处理程序中,由于 STM32 拥有着丰富的片上外设,STM32F103VET6 内部集成有两个 A/D,共 16 个采样通道,转换速度达到 1 μs,所以设计采用了 STM32 自带的 A/D 进行数据转换。A/D 采样完成后会触发中断,进而进入 A/D 中断服务程序,进行数据的处理。串行通信程序则是通过 RS-232 总线将处理好的数据传送给上位机。显示模块放弃了使用较普遍的 12864 液晶,而采用了基于 ILI9341 控制的彩屏,采用 SPI 接口与 STM32 进行通信。系统的主程序流程图如图 4 所示。

3.2 上位机软件

虚拟仪器开发平台 LabVIEW 与硬件紧密结合,具有强大的数据采集功能。作为基于数据流的图形化编程语言,对数据的操作和计算简单高效,并且提供了丰富的图表显示功能^[5],可将经过 STM32 集中处理后的光伏系统的参数进行实时存储并绘制成历史曲线直观显示,还可以利用 LabVIEW 的网络功能进行网上发布,客户端

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 10 期

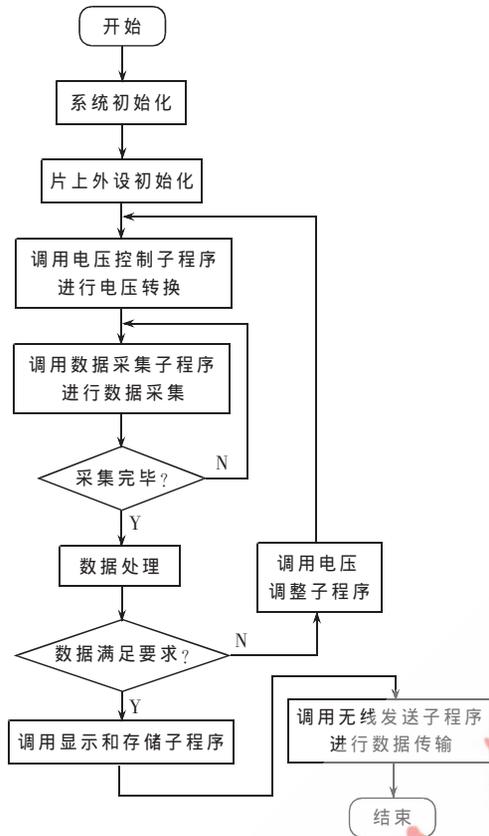


图4 主程序流程图

可以通过浏览器对系统进行在线监测与维护。

本文将虚拟仪器技术应用于光伏发电系统的数据监测中，借助于 LabVIEW 强大的软件支持构建了一个完整的光伏监测和分析系统。该系统可以方便地对光伏发电系统的发电特性及周围环境进行实时监测，得到可靠的监测数据。选择适合该系统的各监测器件并结合 STM32 与 LabVIEW，所设计系统运行稳定，界面友好，操作简单方便，而且具有成本低、使用方便的特点，是一套通用的监测系统，具有很好的应用前景。

参考文献

- [1] 张征浩,陈虹,靳召东.基于光伏电站数据采集与监测仪表的设计[J].电测与仪表,2009,46(12):48-51.
- [2] 张旭,元学广,李世光,等.基于 STM32 电力数据采集系统的设计[J].电子测量技术,2010,33(11):90-93.
- [3] 朱士虎,王立巍.基于 STC12C5408AD 光伏并网发电系统设计[J].电测与仪表,2010,47(3):20-23.
- [4] 吴蓉,李真真.太阳能光伏电池测试系统硬件电路设计[J].自动化与仪器仪表,2010(3):156-157.
- [5] 谢标楷,沈辉,陈鸣.基于 LabVIEW 的光伏运行数据库设计和应用[J].太阳能学报,2010,31(8):994-998.

(收稿日期:2013-02-23)

作者简介:

周红标,男,1980年生,硕士,讲师,主要研究方向:嵌入式系统。