

# 基于单片机的低压电网频率监测仪

陈家义<sup>1,2</sup>, 何小阳<sup>1</sup>

(1. 广西大学电气工程学院, 广西 南宁 530004; 2. 北海职业学院, 广西 北海 536000)

**摘要:** 以单片机 AT89S52 为核心, 设计了一种低压电网频率监测仪, 完成了对低压电网频率信号的精确测量。同时实现监测数据的统计、通信、人机交互等功能, 并讨论了该监测仪的工作原理和软硬件结构, 给出了基于 PROTEUS 仿真软件的实现, 证明该方法具有一定的实用价值。

**关键词:** 频率; 低压电网; 单片机; PROTEUS

**中图分类号:** TP216+.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2008)05-0059-03

## Frequency Monitor for Low-Voltage Electric Network Based on MCU

Chen Jiayi<sup>1,2</sup>, He Xiaoyang<sup>1</sup>

(1. School of Electrical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China;  
2. Beihai Vocational College, Beihai Guangxi 536000, China)

**Abstract:** An instrument for measuring the frequency of low-voltage electric network is introduced and its basic principle, software and hardware structure are also described, which is base on MCU AT89S52. The instrument can monitor frequency signal simultaneously and possess such functions as the data storage, communicate with PC server, human-machine communication. The validity of this method is verified by PROTEUS, which is a co-simulation of microprocessor software within a mixed mode SPICE simulator. The results prove that this method has some practical value.

**Key words:** frequency; low-voltage electric network; MCU; PROTEUS

## 0 引言

在电力系统中, 电网频率对电力生产与调度是一个基本的发供电质量技术指标, 也是电力计测的基础参数之一。系统频率的变化, 间接反映了电力负荷的变化。因此, 对电网频率的快速、高分辨率测量, 在电力生产与调度中就显得十分重要, 成为负荷调整的基础数据之一。

目前比较成熟的测频算法包括: 1) 周期法<sup>[1]</sup>。通过测量信号波形相继过零点间的时间宽度来计算频率。该方法在低频测量时准确度较高, 但是容易受谐波、噪声和非周期分量的影响。典型的改进方法有水平交算法、最小二乘多项式曲线拟合法, 以增加计算量和复杂度为代价来提高算法的精度, 但在一定程度上丧

失了原有算法的简明性。2) 解析法<sup>[2]</sup>。通过对信号观测模型进行数学变换, 将待测频率量表示为样本值的显函数来估计。解析法涉及到复杂的数学推导, 在实践中只能采用简单的信号模型, 很难综合考虑谐波、非周期分量和噪声的影响。3) 误差最小化原理算法<sup>[3]</sup>。以最小化测量误差的某种范数为目标, 能较好地抑制具有白噪声动态的干扰信号。该类方法对随机噪声的抑制能力强, 而对抗谐波、衰减直流分量等非特征信号分量的能力与所采用的信号观测模型和辅助算法有关。随着 DSP 的发展, 该类算法逐渐从原来的离线分析进入了实时控制领域。

由于单片机内部含有稳定度很高的标准频率源, 定时/计数器等硬件, 能很方便地对外部信号或者标准频率信号进行计数, 并可以进行频率信号的数据存

收稿日期: 2008-07-25

作者简介: 陈家义(1964-), 男, 广西北海人, 北海职业学院讲师, 在读工程硕士, 主要研究方向为综合自动化;

何小阳(1957-), 男, 广东兴宁人, 广西大学副教授, 硕士, 主要研究方向为综合自动化和计算机控制技术。

储、统计、通信或者显示等。这些特性使得基于单片机的频率监测系统具有更小的体积、更实用的功能以及更便宜的价格。

# 1 测频系统的硬件设计

## 1.1 设计思想

在仪表测量过程中，测量的要求比较复杂，一些场合需测量的频率范围比较宽，经常从几赫兹到几兆赫兹；有些场合要求快速测量，对于测量精度要求不高，比如工业实时测量；也有些场合要求兼顾测量的快速性和精度。综合考虑各种情况，我们需要设计的频率监测仪是针对低压配电网的，电网的一个主要特征是受谐波、噪声以及非周期分量影响较大，但频率是属于低频范围。对于低频范围内的频率测量，选用周期法进行测量准确率较高，在软件上，通过提高算法的复杂度和计算量来提高测量精度。

设计采用 ATMEL 公司的 AT89S52 单片机，它是一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器，具有 8 K 可编程 Flash 存储器和 256 字节 RAM，与工业 80C51 产品指令和引脚完全兼容。AT89S52 具有 32 个 IO 口线，看门狗定时器，2 个数据指针，3 个 16 位定时/计数器，1 个 6 向量 2 级中断结构，全双工串行口以及时钟电路。

## 1.2 监测仪的硬件设计

先将信号通过滤波器滤除去高频干扰和低频漂移信号，然后经过过零比较器，同时也进行线性放大，使之变成波形正确、幅值适当的方波信号，再经过光电隔离电路送入信号输入电路。接口电路如图 1 所示。

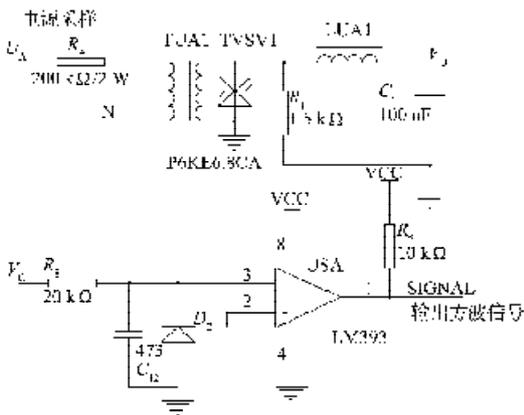


图 1 电网信号处理  
Fig. 1 Electric network signal treatment

监测仪可以通过键盘输入设定的报警上下限阈值，并存储阈值在 E2PROM 中。当监测到电网频率超出阈值，通过串口向 PC 端服务器程序发送当前测量值，由 PC 端服务器记录统计频率不正常时间及次数等数据，监测仪通过 LCD1602 实时显示测量的频率。E2PROM 和 UART 接口电路分别如图 2、图 3 所示。

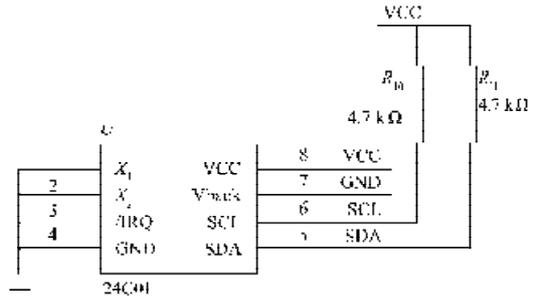


图 2 E2PROM 接口电路  
Fig. 2 E2PROM interface circuit

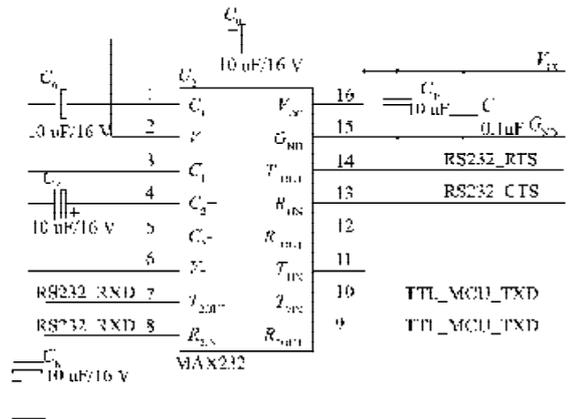


图 3 UART 接口电路  
Fig. 3 UART interface circuit

# 2 测频系统的软件设计

在基于单片机的频率监测仪中，单片机负责控制、测量、计算等工作。具体地说，单片机要执行按键分析以及处理、LCD 显示、测量控制与计算、测量结果处理等工作。软件结构分为主程序、显示子程序、键盘分析及处理子程序、测量及数据处理子程序。

主程序在完成初始化工作如设置定时器  $T_0$ 、 $T_1$ 、UART 等工作后，扫描键盘并进行键值处理。若有键按下，进行相应的键值处理子程序；若无键按下，则开始执行频率测量工作，测量结束后，对测量结果进行计算，及时送到 LCD 进行显示。若测量结果超过了阈值限制，则需要通过 UART 发送测量结果到 PC 端服务器程序。PC 端服务器程序负责记录异常频率计数出现时间和次数，并统一进行管理。在 PC 上备份数据，为将来可能的故障分析等提供原始测量数据。

# 3 PROTEUS 仿真测试

Proteus 是 Labcenter Electronics 公司研发的多功能 EDA 软件，它具有功能强大的 ISIS 智能原理图输入系统。在 ISIS 编辑区，能够方便地完成单片机系统的硬件设计、单片机源码级调试与仿真。目前，PROTEUS 已经成为流行的单片机系统设计与仿真平台，应用于多

个领域。实践证明, PROTEUS 是单片机应用产品研发的灵活、高效、正确的设计和仿真平台, 它明显提高了研发效率, 缩短了研发周期, 节约了研发成本<sup>[4,5]</sup>。

在 PROTEUS 软件的 ISIS 编辑区输入如图 4 的原理图, 并设置 8051 内核单片机的晶振频率为 11.059 2 MHz, 指定 8051 需要运行的 hex 文件目录, 然后按下 Ctrl+F12 按钮开始仿真运行。仿真测试的效果分别如图 5、6、7 所示。

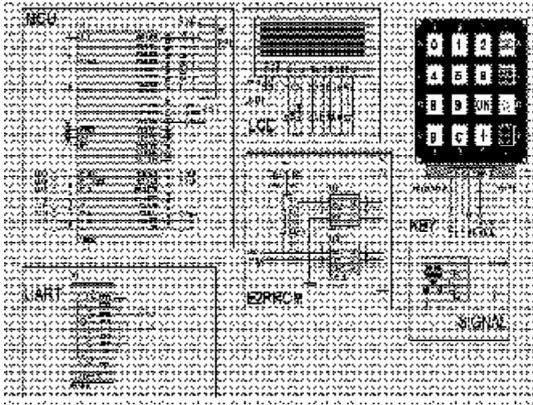


图 4 使用 PROTEUS 编辑的仿真原理图

Fig.4 The simulation chart by using PROTEUS editing

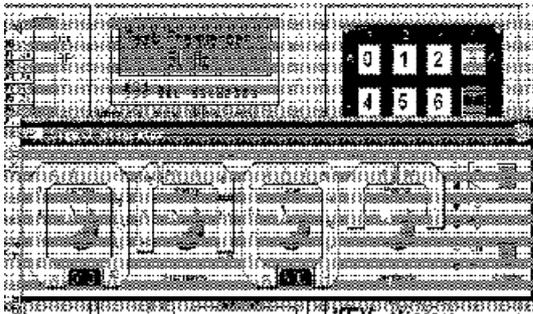


图 5 频率测量仿真结果

Fig. 5 Simulation result of frequency measurement

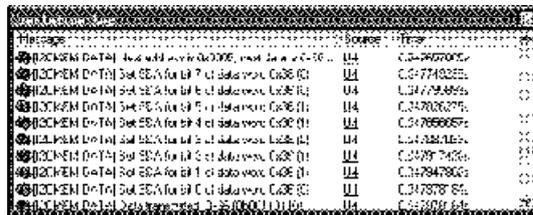


图 6 E2PROM 仿真结果

Fig. 6 Simulation result of E2PROM

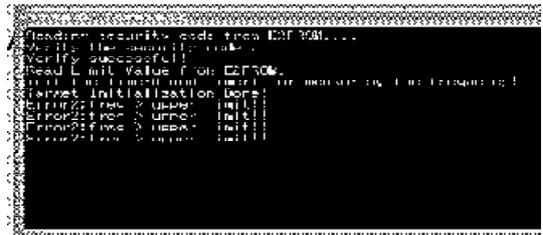


图 7 UART 仿真结果

Fig. 7 UART simulation result

开始仿真后, 通过键盘设置监测仪报警阈值, 若不设置, 则监测仪使用默认阈值监测频率数据变化。仿真结果表明在低频段, 本文设计的程序能够正常跟踪频率变化, 各个外设模块工作正常, 程序流程符合设计思想。

### 4 结语

本文采用单片机作为低压电网频率监测仪的核心部分, 由单片机负责数据测量、显示、处理等工作, 硬件实现简单, 软件结构清晰, 对于不同频段的频率信号的测量, 在现有软硬件结构上容易做出相应改变, 升级方便。通过 PROTEUS 仿真软件和实物调试, 证明该方法可行, 有一定实用价值。

### 参考文献:

- [1] 杜永忠, 牛金才. 一种基于CROSS原始算法的频率测量法[J]. 电气传动自动化, 2001, 23(3): 33-34.
- [2] 陈晓荣, 蔡 萍, 周红全. 基于单片机的频率测量的几种实用方法[J]. 工业仪表与自动化装置, 2003(1): 40-42.
- [3] 谢小荣, 韩英铎. 电力系统频率测量综述[J]. 电力系统自动化, 1999(3): 54-58.
- [4] 周灵彬, 张靖武. PROTEUS的单片机教学与应用仿真[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2008(1): 76-79.
- [5] 陈少航, 李 山. 基于PROTEUS的单片机应用系统的设计与仿真[J]. 现代电子技术, 2008, 31(6): 43-49.

(责任编辑: 罗立宇)