

基于 MSP430系列单片机的 多功能电能表设计

武永鑫

(阜阳职业技术学院, 安徽 阜阳 236031)



武永鑫 (1970—), 男, 副教授, 研究方向为电气工程。

摘要: 针对电能计量系统的现状, 研发了一种新型的电能计量装置, 其中增加了防窃电解决方案。对基于 MSP430系列单片机的多功能电能表的软硬件设计作了详细介绍。该电能表克服了同类产品的一些缺陷, 有效增强了系统的抗干扰能力, 提高了电能计量的自动化水平。

关键词: 多功能电能表; 单片机; 电能计量; 防窃电功能

中图分类号: TP216 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8417(2010)02-0023-03

0 引言

在现代社会中, 电能已广泛应用于社会生产的各个领域和社会生活的各个方面。电能表是当前电能计量和经济结算的主要工具。

随着电子技术、自动控制技术和计算机技术的迅猛发展, 电能计量装置也发生了巨大变革。新型电子式电能表的研制日益成为电力行业的迫切需求。本文提出的电能表设计特点是系统将数据采集、电量计算、通信、显示、数据运算、存储集于一体, 为实现低成本开发要求, 充分利用 CPU 的外设功能, 使外部电路精简, 解决了对 CPU 资源以及外部电路进行有序、有效管理的难点问题。

本文的创新之处在于有效地增强了系统的抗干扰能力, 对电表增加了防窃电解决方案。

1 硬件结构

多功能电能表就是指除计量有功电能、无功电能外, 还具有分时、测量需量等两种以上功能, 并能显示、存储和输出数据的电能表。本文的设计任务是完成集数据采集、电能计量、通信控制、输出显示等功能于一体的多功能电能表。以

MSP430FE427为例设计的多功能电能表的硬件结构框图如图 1 所示。它由 MSP430 单片机单元、电源管理单元、显示单元、通信单元和外围接口等部分组成。

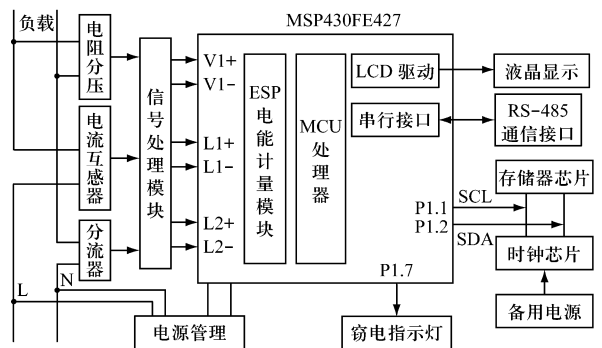


图 1 MSP430FE427单相电能表功能框图

2 软件设计

2.1 系统软件设计

单片机应用系统的软件设计和一般的程序软件不同, 须在熟悉硬件的基础上进行设计。基于 MSP430FE427的多功能电能表系统软件采用模块化结构设计, 每个模块被设计成只单独负责一项功能, 可完成模块初值化、自检、ESP计量模块读取、串行通信、数据处理及显示等。

2.2 主程序

多功能电能表的控制程序一般由主程序和中断服务子程序两部分组成。如图 2 所示,在主程序中,主要工作是初始化系统、LCD 显示更新、通信、判断是否重设 ESP 参数寄存器以及是否窃电等。

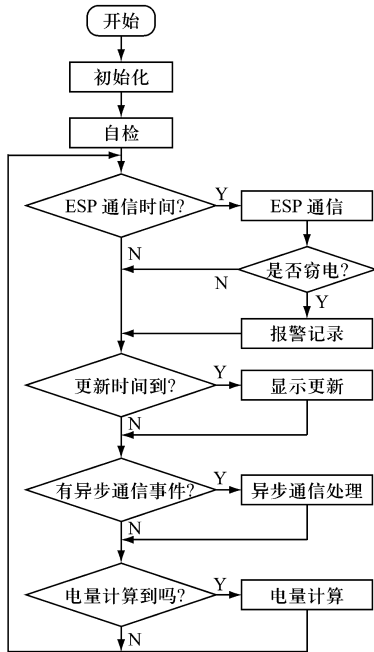


图 2 主程序图

2.3 中断服务子程序

中断服务子程序包括 ESP 中断服务程序、TMERA 中断服务程序、基本时钟中断服务程序和端口中断服务程序等。ESP 中断程序首先判断是否有事件中断,若有事件中断,则读取有功电能、无功电能、电压有效值、电流有效值等。ESP 中断服务程序流程图如图 3 所示。

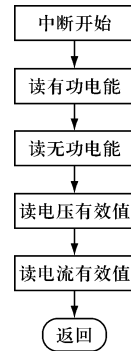


图 3 ESP 中断服务程序流程图

术措施均存在一定局限性。本文对几种常见的窃电类型作了相应设置。

(1) 增加额外导线旁路电流。本文在硬件结构上额外增加了一个电流互感器,以实现中性线的电流检测。由于隔离原因,在第一路电流通道上选用低成本的锰铜电阻,在另一路使用成本相对较高的电流互感器。只要两个通道上电流不平衡,就说明有窃电行为。

(2) 移动或移除电表接线。对付调接中性线、相线窃电则选用 MSP430FE427 芯片。因为其电能计量模块有自动检测电流反向功能,同时可以给电能计量模块预置电流反向时的预处理方式,如电流反向时取功率或电能的绝对值为测量值。

(3) 增加额外器件,降低电压回路的电压。对于断开中性线窃电行为,本文采用一个低成本的电流互感器 CT(受限制),从其余的连接电表导线中流经的电流上窃取很小的电能给电表供电,以实现防窃电测量。

5 电路常数的计算

5.1 纯正弦信号作用下电参量计算算法

电压和电流的表达式如下:

$$U = U_m \sin(\omega t + \alpha) \quad (1)$$

$$I = I_m \sin(\omega t + \beta) \quad (2)$$

式中 U_m ——电压峰值
 α ——电压初始角
 I_m ——电流峰值
 β ——电流初始角

纯正弦信号下的电参量计算算法主要有最大值算法、单点算法、半周期积分法、两点采样法

3 FE427 计量电路和结构图

FE427 计量电路的功能结构分为 3 个部分:两个电流通道,一个电压通道。两个电流通道和一个电压通道分别对应 ESP 中 3 个独立的 16 bit A/D 差分输入。通常两个电流通道分别应用于相线和中性线电流的测量,实现防窃电功能。

4 抗干扰及防窃电设置

窃电行为的种类很多,而且每一种防窃电技

及均方根算法等。

5.2 有谐波信号作用下电参量计算算法

在含有谐波的情况下,电压和电流表达式如下:

$$u = \sum_{k=1}^M U_k \sin(k\omega t + \varphi_k) \quad (3)$$

$$i = \sum_{k=1}^M I_k \sin(k\omega t + \psi_k) \quad (4)$$

式中 U_k, φ_k ——第 k 次谐波电压的峰值、电压的初相角

I_k, ψ_k ——第 k 次谐波电流的峰值、电流的初相角

M ——所含有谐波的最高次

含有谐波的信号算法在实域内采用均方根算法。

6 结 语

本文针对电能计量系统的现状,研发了一种新型的电能计量装置,设计了基于 MSP430 系列单片机的多功能电能表,克服了同类产品的一些

缺陷,旨在提高电能计量自动化水平。



- [1] 仪表技术编辑部. 电子电能表与电能测量技术讲座第十一讲 多功能电表 [J]. 仪表技术, 2004 (1): 50-52.
- [2] 魏小龙. MSP430系列单片机接口技术及系统设计 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [3] 胡大可. MSP430系列 FLASH型超低功耗 16 位单片机 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [4] 杭州利尔达单片机技术有限公司. MSP430FE42X应用参考手册 [G]. 2004.
- [5] 王东平. 低功率转换速率限定的 RS - 485/RS - 422收发器 [J]. 电子技术, 1995, 22 (7): 13-16.
- [6] 广州周立功单片机发展有限公司. PCF8563 资料手册 [G].

收稿日期: 2009-11-05

Design of Multi-Function Electric Energy Meter Based on MSP430 Series Single-Chip

WU Yongxin

(Fuyang Vocational and Technical College, Fuyang 236031, China)

Abstract: Aiming at the current situation of electric energy measurement system, a new type of electric energy measurement device was researched, the power-stealing prevention scheme was added. The software and hardware design of multi-function electric energy meter based on MSP430 series single-chip were introduced in detail. The electric energy meter overcome some weakpoints of congeneric products and improve the automation level of electric energy measurement and anti-interference ability effectively.

Key words: multi-function electric energy meter; single-chip; electric energy measurement; power-stealing prevention function

【栏目设置】

综述、研究与分析、楼宇自动化、小区智能化与信息化、智能建筑、智能家居、供配电、建筑节能、能源管理、工程设计、消防与安防、综合布线、电磁兼容、电气照明、防雷与接地、产品介绍、信息之窗。