

基于 MSP430 单片机的 多路电气量检测装置的设计*

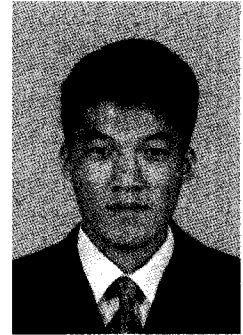
廖从研¹, 杜松怀¹, 李春兰^{1,2}, 黄俊¹

(1. 中国农业大学, 北京 100083; 2. 新疆农业大学, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:介绍了一种多通道电气量检测装置。该装置以单片机 MSP430F1611 为核心,由电源、模拟信号调理、数字信号输入、串行通信接口、人机交互接口及继电器输出接口电路组成,可获取研制新型剩余电流保护装置的实验数据。该装置电路结构简单,操作方便,易维护。

关键词:单片机; 串行通信; 剩余电流保护装置; 继电器

中图分类号: TP 216 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5531(2010)01-0017-03



廖从研 (1982—), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统继电保护。

Design of a Multi-Channel Electrical Detection Device Based on MCU MSP430

LIAO Congyan¹, DU Songhuai¹, LI Chunlan^{1,2}, HUANG Jun¹

(1. China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: An multi-channel electrical detection device was introduced. Taking single-chip MSP430F1611 as core, the device consist of power supply module, analog signal conditioning, digital signal input, serial communication interface, HMI interface and relay interface circuits, and it could acquire test data of residual current protective device. The device was convenient to operate and maintain, with simple circuits configurature.

Key words: single-chip; serial communication; residual current protective device; relay

0 引言

现有剩余电流保护装置是基于低压电网的剩余电流值而动作,在原理上未能真正区别正常泄漏电流与人体触电电流,当触电电流矢量与系统漏电电流矢量夹角大于 90°时,人身触电或设备出现故障,剩余电流不一定增加反而会减少,保护装置失效。为保证人身和电气设备的安全以及低压电网的正常运行,有必要研究新型的触电保护技术,使剩余电流保护装置能基于人体触电电流而动作,这就需要研究触电电流信号的检测和建模问题。

本文提出的信号检测装置用于低压电网模拟触电实验的信号检测与处理中,可对触电过程中各类电气信号进行采样,为分析由人、畜触电引起的电气信号变化特征,开发和研制新型剩余电流保护装置提供技术支持。

1 检测装置的硬件设计

整个硬件电路由中央控制器、模拟信号调理电路、数字信号输入电路、串行通信接口电路、人机交互接口电路(包括键盘及液晶显示模块)、继电器输出接口电路及存储器扩展电路组成,其硬件结构图如图 1 所示。

杜松怀(1963—),男,教授,博士生导师,研究方向为电力市场及电力系统分析。

李春兰(1967—),女,副教授,博士研究生,研究方向为电力系统继电保护。

* 基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目资助(2006BAJ04B06)

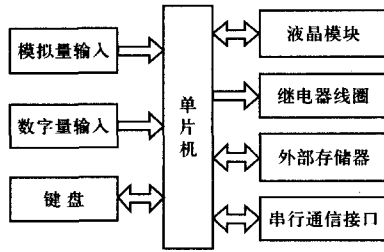


图1 系统硬件框图

该装置以 MSP430F1611 单片机为核心,待采样的电气量经模拟信号调理电路后输入单片机的 A/D 采样模块,单片机对采样数据做分析处理,若有触电事故发生,单片机的 P_{3.2} 引脚输出低电平使继电器线圈导通,从而控制外接断路器断开电源。通过液晶显示器可以实时显示当前电气量值。通过串行通信接口电路将采样数据发送至 PC 机进行分析。由于采样数据量较大,还设置了存储器扩展电路以存储关键数据。

1.1 模拟信号输入模块

模拟信号输入模块的作用是,将不同频率、不同幅值的各种电气信号转化为能被单片机 A/D 模块采样的电压信号。该模块由 I/U(或 U/U)转换电路、信号放大与滤波电路组成。

零序电流通过特殊设计的零序电流互感器 LXD27 转化为电压信号,转换电路如图 2 所示。相电流的转换电路选用了一次电流额定输入更大的电流互感器,电路其他部分与图 2 相同。

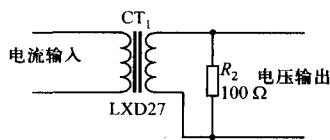


图2 电流信号 I/U 转换电路

相电压通过电压互感器 SPT204A 转化为小电压信号(见图 3)。当输入电流为 0~10 mA 时,互感器具有较好的线性度。电阻 R₁ 起限流作用,将一次侧电流限制在 2 mA 左右。

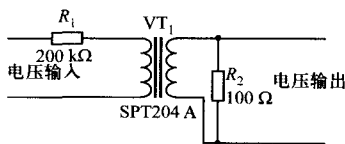


图3 电压信号 U/U 转换电路

信号放大与滤波电路选用两片 OPA4374,即可实现 8 路模拟信号的放大,节约了 PCB 电路板的布线空间。滤波电路采用一阶 RC 低通滤波,其截止频率为 1 kHz,确保由人体触电产生的高频信号频率不被滤除。

1.2 串行通信接口

由于系统存储资源有限,无法存储长期触电实验产生的大量数据,故设置了 RS-232 串行通信接口,实现单片机与 PC 机的通信,及时将采样数据发送至 PC 机,便于数据的存储与分析(见图 4)。

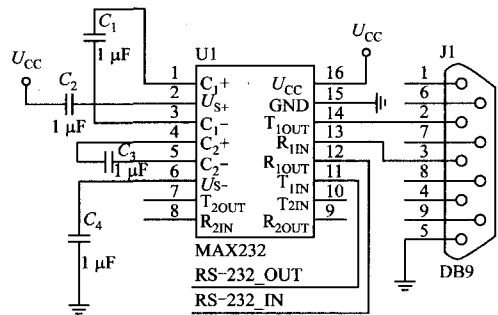


图4 串行通信接口电路

1.3 人机交互接口

为实现人机交互,设置了键盘和液晶显示模块。由于本系统的按键数量不多,采用独立式结构。该结构利用单片机 P₁ 口、P₂ 口的中断功能,简化了按键程序的设计。

1.4 继电器输出电路

继电器输出电路如图 5 所示。

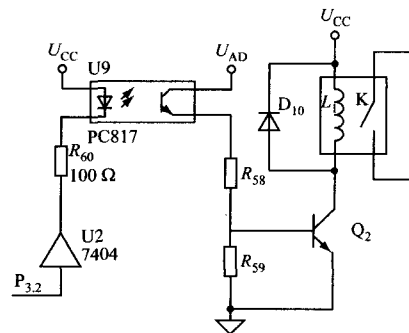


图5 继电器输出电路

电力系统正常运行时,P_{3.2} 输出高电平,发光二极管截止,使得 Q₂ 也截止,线圈 L₁ 中没有电流流过,断路器保持导通,系统正常运行。当系统发生故障时,P_{3.2} 口输出低电平,继电器线圈 L₁ 中有

电流流过,使得断路器跳闸,断开供电回路,起触电保护的作用。采用这种控制逻辑可以使继电器在上电复位或单片机受控复位时不吸合。

2 检测装置的主程序设计

系统软件采用 MSP430 集成开发调试环境 IAR Embedded Workbench 开发,主程序流程如图 6 所示。首先完成系统初始化程序,通过键盘设置初始化条件后开始 AD 采样,采样结束后数据分析判断程序启动,若有故障发生,经过延时程序后单片机的 P_{3,2} 引脚输出低电平使继电器线圈导通,从而断开供电回路,确保人身及电气设备安全,然后启动显示程序及报警程序,并将相应数据发送至上位机;系统正常运行时液晶模块实时显示漏电流、三相电流及电压。

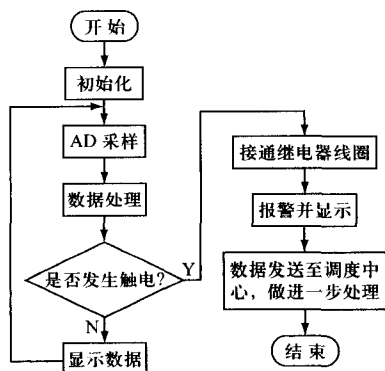


图6 主程序流程图

3 试验结果

装置软硬件设计完成后,进行了实际电气信号采样的试验,对 8 路采样通道分别进行了测试。对电流采样通道输入有效值为 30 mA 的交流电流信号,获取的部分采样数据如表 1 所示;对电压采样通道输入有效值为 220 V 的交流电压信号,获取的部分采样数据如表 2 所示。

对大量实验数据的分析表明,测量结果误差 < 1%,满足设计的精度要求。

4 结 语

本设计以 16 位低功耗单片机 MSP430F1611 作为核心控制器,利用该芯片丰富的片上资源,简化了整体电路结构,实时性好,经试验验证能满足设计要求,各模块工作正常,对交流电流与电压信

号的检测达到了预期的精度,对新型剩余电流保护装置动作机理的研究具有一定的参考价值。

表 1 交流电流的采样结果

检测装置采样值/mA	实测值/mA	误差/mA
-32.81	-32.51	0.30
-22.25	-22.15	0.10
-4.29	-4.32	-0.03
16.95	16.80	-0.15
29.70	29.87	0.17
37.06	37.36	0.30
37.53	37.22	-0.31
37.30	37.10	-0.20

表 2 交流电压的采样结果

检测装置采样值/V	实测值/V	误差/V
-202.37	-202.95	-0.58
-96.38	-95.74	-0.54
53.99	53.46	-0.53
165.28	166.31	1.03
234.16	233.21	-0.95
257.51	257.11	-0.40
267.45	268.12	0.67
269.27	270.70	1.43

【参考文献】

- [1] 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.
- [2] 武一,李奎,王尧,等. 基于单片机的漏电保护智能化技术[J]. 低压电器,2008(7):20-23.
- [3] 武一,李奎,岳大为,等. 消除剩余电流保护动作死区的理论与方法[J]. 电工技术学报,2008,23(6):44-49.
- [4] GB 6829—1995 剩余电流动作保护器的一般要求[S]. 1995.
- [5] 陈明,邱超凡. 基于 MSP430 单片机的气象观测仪数据处理系统[J]. 兵工自动化,2008,27(7):69-71.
- [6] 李开成,刘建锋,黄海煜,等. 基于 MSP430 单片机的数字式漏电保护器的研制[J]. 继电器,2008,36(8):64-67.
- [7] 王群,姚为正,王兆安. 高通和低通滤波器对谐波检测电路检测效果的影响研究[J]. 电工技术学报,1999,14(5):22-26. 收稿日期:2009-05-13