

基于电力线载波的新型智能漏电报警系统*

刘美华¹, 何雪冰², 卢剑峰¹

(1.湖南工程学院 工程训练中心, 湖南 湘潭 411104;

2.空军株洲航空四站厂技术处, 湖南 株洲 412001)

摘要: 介绍了一种基于电力线载波的新型漏电报警系统。详细介绍了电力线载波通信接口电路的设计及以单片机为核心的漏电报警系统的软硬件的实现。该系统无需铺设专用线路, 能实时进行数据采集和数据传送, 降低了成本, 有较高的实用价值。

关键词: 电力线载波; 单片机; 漏电保护; 数据采集和数据传送

中图分类号: TM773

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2012)15-0078-04

A new kind of intelligent leakage alarming system on power line communication

Liu Meihua¹, He Xuebing², Lu Jianfeng¹

(1.Engineering Train Center, Hunan Institute of Engineering, Xiangtan 411104, China;

2.Zhuzhou Aerial No.4 Station Equipment Factory of Airforce, Zhuzhou 412001, China)

Abstract: This paper describes a new kind of leakage protection system based on power line communication, and introduces detailly how to design intelligent communication interface circuit and the realization of software and hardware facilities on single chip microcomputer controlling. This system does not need to lay special line and it is appropriate for data collection and data communication in real time system, which reduces the cost and has higher practical value.

Key words: power line communication; monolithic processor; leakage protection; data collection and data communication

随着经济建设规模的不断扩大, 我国用电量迅速增长, 安全用电问题显得更为重要。低压电网的漏电保护已经引起我国各用电部门及劳动保护部门的高度重视, 建立科学完善的漏电保护体系已迫在眉睫。漏电保护器主要用来防止漏电火灾造成的经济损失及人身触电造成的伤亡, 因此得到广泛应用。目前国内外普遍采用的漏电报警系统大多需要铺设专用线路, 成本高、安装接线复杂。本文设计一种基于电力线载波的新型智能漏电报警系统, 该系统无需铺设专用线路, 能实时进行数据采集和数据传送, 降低了成本, 有较高的实用价值和广泛的应用前景。

1 零序电流互感器^[1]的结构和原理

如图 1 所示, 三线四相制供电回路在正常情况下所有的相线和中性线通过的电流矢量和(零序电流)应为零, 即 $I_s = I_n + I_a + I_b + I_c = 0$ A。当某回路发生对大地漏电时,

由于电流的泄漏, 零序电流形成了剩余电流 $I_s = I_n + I_a + I_b + I_c \neq 0$ 。单相供电回路剩余电流产生的原理与之相同。

根据电磁学原理, 通过的剩余电流 I_s 将在导线的周围产生一个磁场, 利用零序电流互感器间接获得剩余电流信号 I_2 , 在副边线圈的两端串接取样电阻 R 进行 AC-DC 转换, 可以得到反映剩余电流数值的电压信号 $V_{out} = N_1 I_s R / N_2$, 如图 2 所示。由于剩余电流是回路漏电直接引起的, 其频率也应为供电回路电压工作频率, 即 50 Hz 的交流电流信号。

从电流互感器中得到的输出信号 V_{out} 通过放大、滤波处理后, 再经过真有效值-直流电压转换(RMS-DC), 得到的直流电压送微处理系统中集成的 ADC 转换器进行模数转换和运算处理, 最后通过软件方法可得到数字化剩余电流的有效值。将处理得到的数据结果与规定的额定动作值进行比较, 当实际电流值达到额定动作值时, 根据用户的非延时或延时要求, 驱动断路器断开, 达

* 基金项目: 湖南工程学院青年课题项目(xj1034)

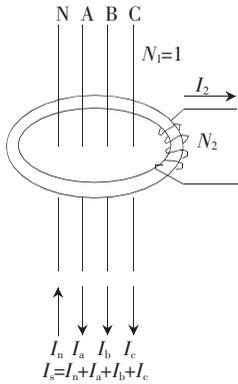


图1 供电回路剩余电流产生的原理

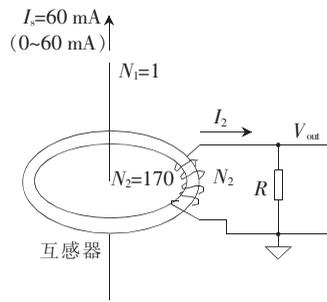


图2 利用零序电流互感器间接获得剩余电流信号

到漏电保护的目。

漏电报警系统主要由检测元件、中间环节和执行机构三个基本环节组成。检测元件为漏电电流互感器，它由封闭的环形铁心和一次、二次绕组构成，被保护电路的相、线电流流过一次绕组，二次绕组由漆包线均匀绕制而成。互感器的作用是把检测的漏电电流信号转换成中间环节可以接受的电压或功率信号。中间环节包括放大电路和单片机控制系统，主要是对漏电信号进行处理和动作控制。动作执行单元为声光报警系统，其功能受中间环节的指令控制，对漏电进行声光报警并切断电源。智能型漏电报警系统的原理框图如图3所示。

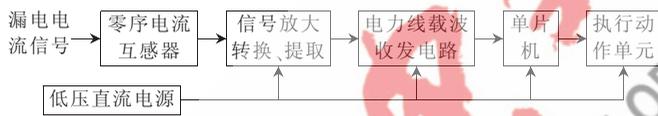


图3 智能型漏电报警系统的原理框图

2 智能漏电报警系统设计要

本文设计的漏电报警系统通过主控制器对节点控制器来实现集中控制。

2.1 主要功能

(1) 实时显示本节点监测到的漏电电流和湿度数值；检测数据可通过电力载波的方式上传至主控制器。

(2) 漏电电流一般超限时 ($\geq 30 \text{ mA}$) 可进行预警处理；极端超限时 ($\geq 150 \text{ mA}$) 可进行切断控制。

(3) 主控制器能动态显示各节点监测到的漏电电流。

2.2 性能设计要求

(1) 楼宇漏电检测报警仪在线检测量程: 250 mA ；最小分度为: 0.1 mA 。

(2) 供电电压: 220 V AC ；被测对象工作电压: 220 V AC 、 380 V AC 。

(3) 电力载波通信距离: 500 m 。

2.3 界面设计要求

采用 LCD 显示, 显示设备号和检测数据。

3 系统的硬件设计与实现

智能化漏电保护器的硬件可以划分为七大部分^[2]: 漏电检测电路、电路线载波通信接口电路、MCU 模块及

按键电路、实时时钟电路、漏电显示电路、数据读取单元、报警输出电路。

3.1 主控制器

主控制器的硬件电路结构框图如图4所示。MCU 处理器采用 ATMEL 公司的 AT90S8535, 该处理器功能强, I/O 配置灵活, 速度快, 主要完成算术、逻辑运算, UART 单元提供与上位机的数据通信。人机通道接口部分采用 LCD 显示节点编号、漏电电流检测数据、设定漏电电流报警值、时间和日期; 实时时钟电路提供时间和日期; 电力载波通信接口电路提供与节点控制器的数据传输; 与 PC 机连接的 RS232 接口电路完成与 PC 机的通信 (简单协议); ISP 提供在应用系统的编程下载; 电源电路提供各模块所需的直流电压: 5 V 、 10 V 、 12 V 等; 存储电路用来保存历史数据; 复位电路提供系统正确复位信号。

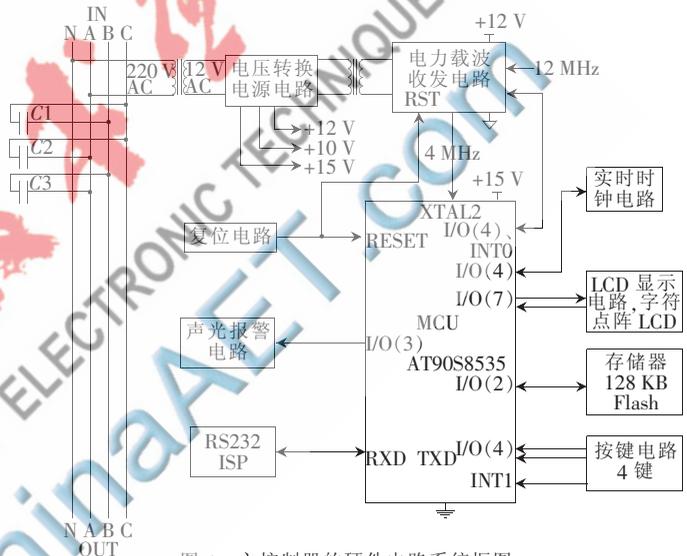


图4 主控制器的硬件电路系统框图

3.2 电力线载波芯片组

电力载波芯片组采用 SSC P200/P111。Intellon 公司的 SSC P200 网络接口控制器将扩频通信收发器和媒介存取接口高度集成化, 并可用于低廉的网络产品。同时, 它还可以在亚微型 CMOS 混合信号技术下进行工作。SSC P200 的特性如下:

(1) 具有符合 EIA-600 标准的物理层收发器;

(2) 具有集成化的 DLL (数据连接层) 处理器, 满足与 EIA-600 标准兼容的信道存取特征;

(3) 具有扩频载波 (SSC) 的通信技术;

(4) 具有串行外围接口 (SPI) 与主处理器的接口;

(5) 可以在低压下进行操作和需要最少的外部元件。

SSC P111 是 CEBus 电力线载波通信专用的接口芯片, 与 SSC P200 组合使用, 带负载能力强, 其中集成了一个 AB 类功率放大器、控制输入和输出的三态门, 内置温度保护电路, 为 16 脚的 SOIC 封装。

3.3 电力线通信接口^[3]设计

电力线通信接口电路按载波信号路由大致可分为《微型机与应用》2012 年第 31 卷第 15 期

三部分:与电力线耦合部分、载波信号发送部分、载波信号接收部分。

与电力线耦合部分电路如图5所示,主要由T1、T2和U4等组成,载波信号由T1的220V电力线耦合到12VAC低压端(低压端兼为系统供电),再经过T2耦合到载波信号收发端。C18~C19为载波信号在电力线相间耦合电容,D1为提供保护的瞬时电压抑制器,L1是电源电路的阻波器。

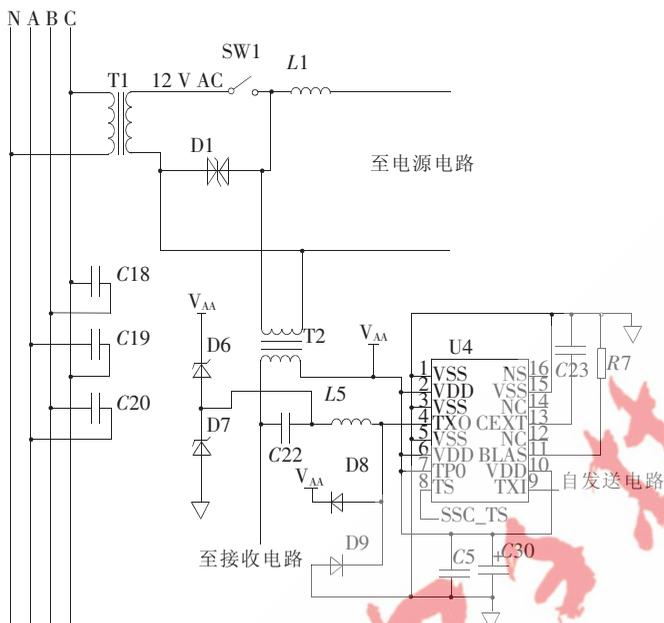


图5 与电力线耦合部分

载波信号发送部分如图5、图6和图7,主要由扩频载波芯片U5、C7、R3、Q2、L4、C6、U4、L5和C22等组成,自处理器写入U5(SSCP200)的数据经过U5调制生成扩频载波信号由SO端输出,在加到缓存放大电路(Q2、R11、R13、R10等组成)之前,由C7耦合,R3/C31滤波。缓存放大电路射极输出以降低内阻驱动前置滤波的无源三端低通滤波器(C27、L4、C29和R8)。在前置滤波后,由C6耦合到U4(SSCP111)的信号输入端。信号由此功率放大器进行增幅放大,最后经L5和C22滤波加到T2上输出。D6/D7、D8/D9为电路提供限幅保护。

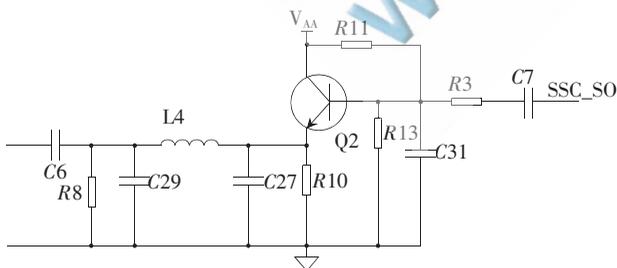


图6 发送部分的预置滤波和缓存放大电路

载波信号接收部分见图5、图7和图8。主要由扩频载波芯片R5、C21、L3、C26、Q1和U5等组成,自T2耦合的扩频载波信号通过一个无源六端滤波网络(R5、C21、

L2、L3、C25、C26和C28)滤波,再到缓存放大电路(Q1、R2、R6、R18、R19和D11组成),信号放大后被U5解调为数据位,最后被微处理器读取。D11为电路提供限幅保护。

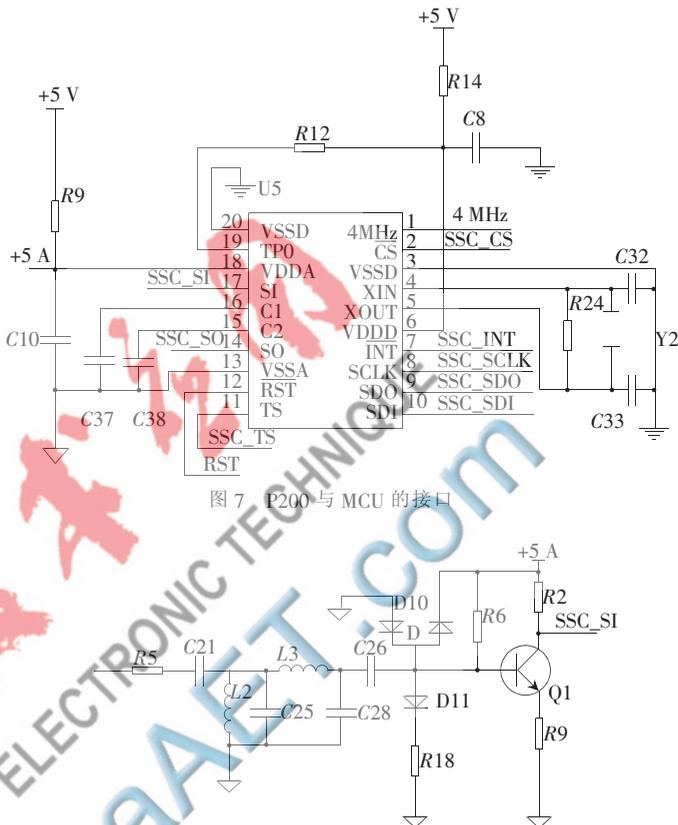


图7 P200与MCU的接口

图8 载波接收部分的预置滤波和缓存放大电路

4 系统的软件设计与实现

系统的软件设计采用模块化设计方法^[1],由以下模块构成:主控器主程序、主控器按键中断服务程序(INT1中断源)、主控器数据接收中断程序(INT0中断源)、节点控制器主程序、节点控制器按键中断服务程序(INT1中断源)等。主控器主程序功能是定时轮流查询各节点控制器的检测数据并显示;“随机”查询指定节点控制器的检测数据并显示;向节点控制器传递设置参数等。节点控制器主程序功能是正常工作时,定时检测并显示漏电电流数值;接受主控器的数据请求和参数设置;对超过规定动作和不动作漏电电流声光报警,并主动发送报警数据包,程序流程图如图9所示。

本文详细介绍了基于电力线载波的新型智能漏电报警系统的软硬件实现,该系统与传统系统相比,无需铺设专用线路,能实时进行数据采集和数据传送,在简化安装线路的同时节约了成本,具有一定的实用和商业价值。

参考文献

- [1] 牟龙华,孟庆海.可通信式智能漏电保护系统的研究[J].电工技术学报,2003,18(1):82-85.

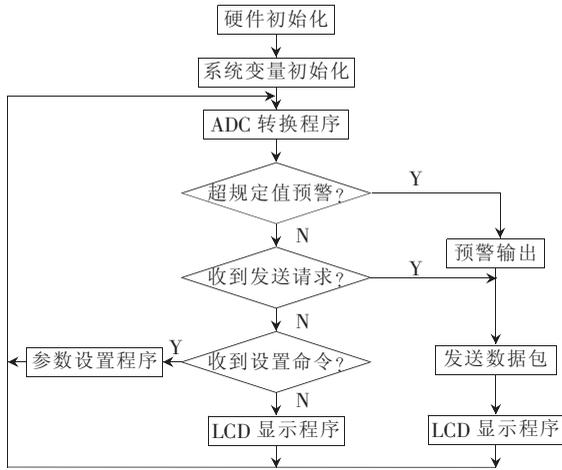


图9 节点控制器的主程序流程图

[2] 沈坤,章兢.基于 PIC 单片机的智能漏电火灾报警系统的设计[J].测控技术,2009,28(6):12-15.
 [3] 王幸之,钟爱琴.AT89 系列单片机原理与接口技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
 [4] 王浩,袁振海.零序直流选择性漏电保护系统的单片机实现[J].微计算机信息,2006,22(11-12):77-80.

(收稿日期:2012-03-01)

作者简介:

刘美华,女,1980 年生,硕士,讲师,主要研究方向:故障诊断,传感器信息处理和图像处理。

何雪冰,男,1979 年生,本科,工程师,主要研究方向:故障诊断。

