

doi:10.3969/j.issn.1671-1041.2011.01.002

基于电力线载波和GPRS的智能变电站抄表系统的研究

唐志津,陶 宇

(天津工业大学 电气工程与自动化学院, 天津 300160)

摘要 : 电网智能化是世界各国大力研究的一个方向。本文基于电力线载波和GPRS无线抄表技术对智能变电站抄表系统进行了拓展。分析了硬件设计的关键问题并阐述了软件的基本架构。该系统具有良好的应用价值。

关键词 : 电力线载波 ; GPRS ; RISE3501 ; LPC2294

中图分类号 : TM933. 4 ; TN913 **文献标志码** : A

Research on intelligent substation meter reading system based on power line communication and GPRS

TANG Zhi-jin, TAO Yu

(School of Electrical Engineering and Automation, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

Abstract: Intelligence grid has been vigorously studied in the world. Intelligent Substation meter reading system was modified based on Power line Communication and GPRS modules in this paper. The key issues of hardware design has been discussed and the basic structure of the software has been solved. This system has good application value.

Key words: power line communication; GPRS; RISE3501; LPC2294

0 引言

大电网的互联是世界各国电网发展的共同经验。美国、日本、西欧等发达国家早已实现了电网互联,但是同时电网间电费商业结算日益复杂,原有的人工抄表,人工采集处理数据的方式显然不能适应商业化电网电费结算的需要,必须采用抄表自动化系统。利用和改造原有电网,建立起智能集中抄表系统^[1],这对社会和电力企业具有巨大的经济效益和社会效益。本文就结合电力线载波和GPRS技术设计出智能集中抄表系统,用户与变电站的通讯通过电力线载波实现,变电站与监控中心的通讯通过GPRS无线网络实现^[2]。系统分为两大模块:电力载波数据通讯和GPRS无线抄表。系统的结构示意图如图1所示。

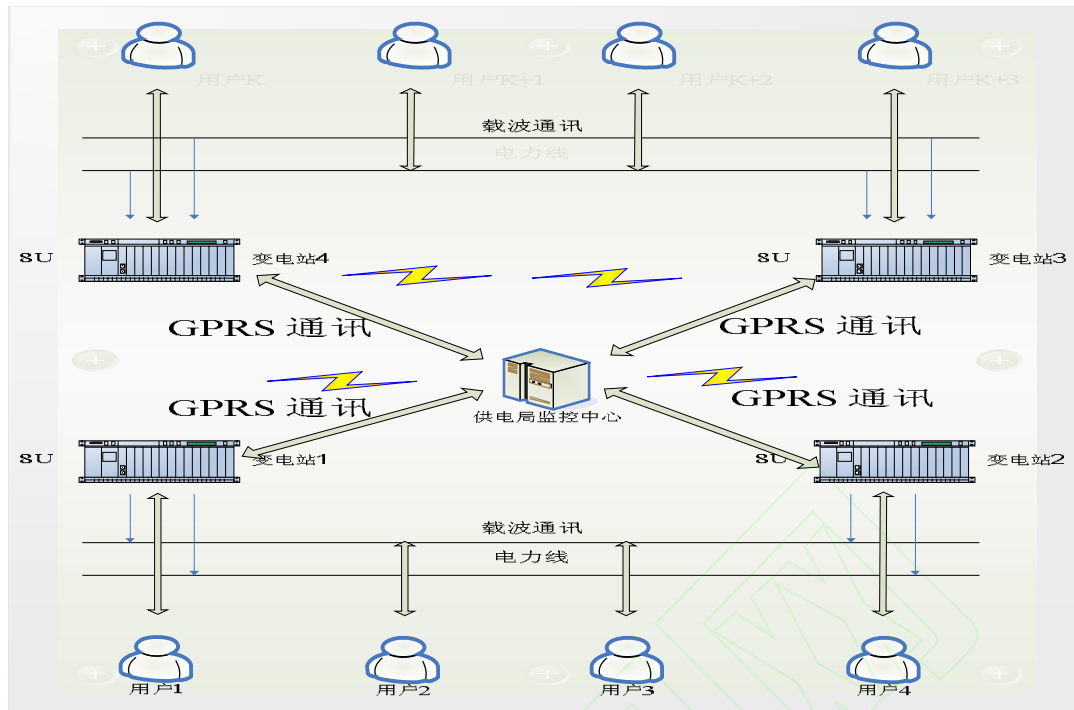


图 1 系统的结构示意图

1 电力载波数据通讯

电力线载波(PLC)是电力系统特有的方式。由于使用电力线作为载波信号的传输媒介,可同时复用信号等特点由于电力线和信号线合一,无须铺设信号线,人们原来使用和维护电器的习惯都不受影响,家电无须增加双绞线、红外线等接口,只要在内部配备电力线载波通信芯片、更新程序,便可实现对原有家电的改造。电力线载波通讯技术在电网智能化应用方面有着广泛的前景^[3]。

电力线网络的非规则性,使信号传输受到电力网上的各种干扰信号的阻塞,成为电力线载波通信上一时难以跨越的障碍。电力线是给用电设备传送电能的,不是专用的数据通讯介质,所以用电力线来传送数据时会存在一些问题。脉冲噪音是电力线上最大的噪声源,它是产生干扰的主要原因。传输距离的远近与数据通讯效果的好坏,而改善信噪比的关键是找到适合智能家居使用的电力线载波专用芯片^[4-5]。

在本系统中采用的是RISE3501^[6]。RISE3501 是一款PLC(电力载波通讯)芯片,设计符合EIA-709.1和EIA-709.2标准规范。RISE3501是一款高集成化的SoC设计(内核FR8052),FR8052 是个8位高速的标准8051内核。

1.1 载波接收的原理

载波发送DSP(Digital Signal Processing)模块设计符合EIA-709.2国际标准。载波发送DSP模块主要包含5部分。分别是Packet Assembly, Pulse Shaping Filter, BPSK Modulation, Digital Filter, and DAC(Digital to Analog Converter)。User data 在Packet Assembly模块中打包成符合 EIA-709.2协议的11-bit NRZ字节格式的数据包,该数据包进行BPSK调制前必须先经过 Pulse Shaping Filter 以得到更好的频谱,经过BPSK调制后的信号经过数字滤波器后直接由DAC转换成模拟信号输出。载波频率分别可被配置为131.579Khz,105.263 Khz,86.207 Khz,72.993 Khz,默认的载波频率以及载波速率分别为131.579 Khz和5.48245KBits/s。DAC输出信号需要经过外部的硬件驱动电路后加载到电力线上。载波接收的原理如图2所示。

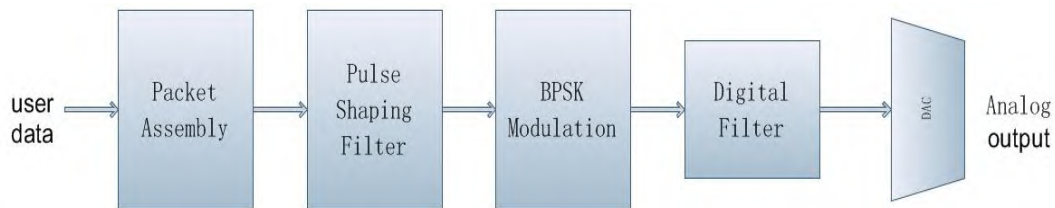


图 2 载波接收的原理

1.2 RISE3501载波接收模块原理及特性

RISE3501的载波接收模块能接收来自电力线的任意频率的符合EIA-709.2协议的载波信号。载波接收模块如图3所示。

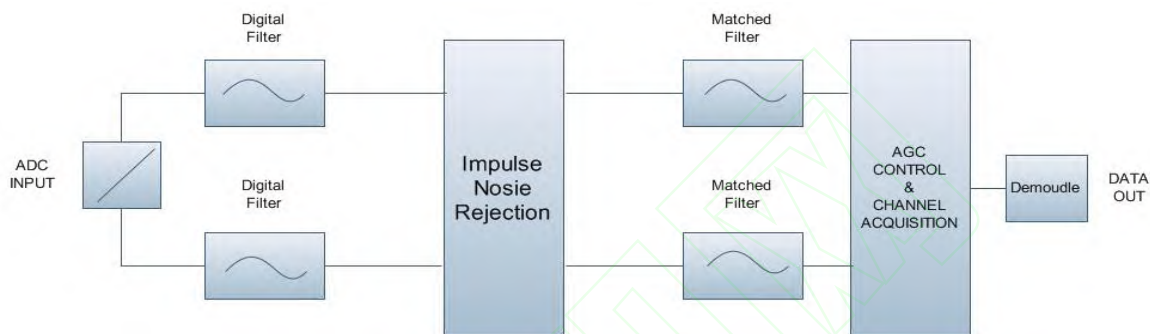


图 3 载波接收模块

RISE34501的载波接收模的特性：

- 1) 脉冲干扰抑制；针对脉冲干扰噪音能快速的、有效的被抑制；
- 2) 信号质量监控功能。电力线信号质量值为网络层建立自动路由由算法提供了有力的参考依据；
- 3) 载波通讯速率可调。RISE3501载波速率默认为5.48245KBits/s，可根据现场环境的负载以及背景噪音情况通过更改速率来达到通讯的最好效果。系统的最小系统和输入端调理电路如图4和图5所示。

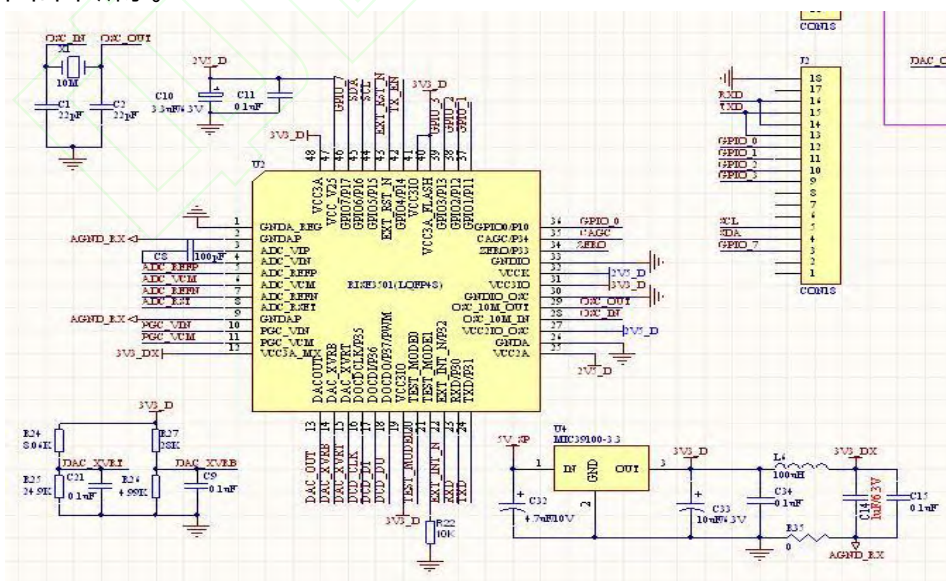


图 4 系统的最小系统

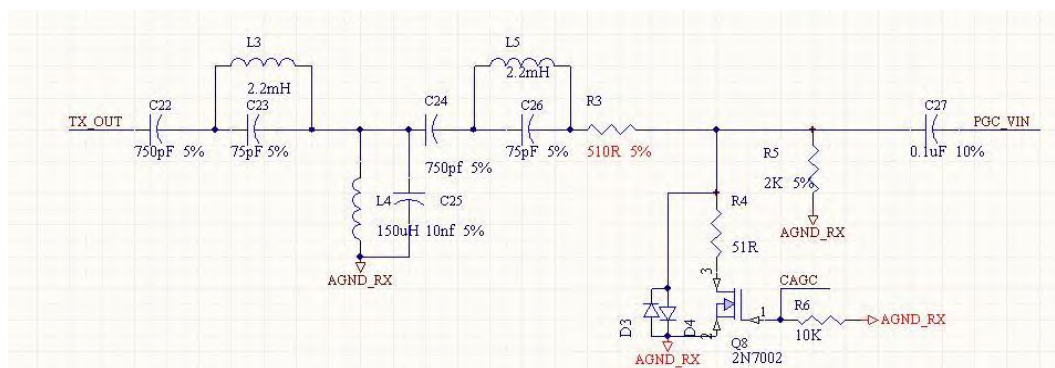


图 5 输入端调理电路

在很多情况下，接收信号往往要达到抗干扰和一定的传输距离。它的信号通常不能被控制单元直接接收，因此信号调理电路就成为控制系统中必不可少的一部分。一般来说在差分输入端将今20mA标准电流信号转换成1-5V的标准电压信号，经信号调理电路调理后输入AD转换器。其中输出端电压高于AD转换器的输入电压值，在此进行分压后进行采样。信号放大仍采用两级运放，每级运放都具有积分滤波电路开关量信号采集电路。

2 GPRS 模块

传统的电量结算是依靠人工定期到现场抄取数据，在实时性、准确性和应用性等方面都存在诸多不足之处。利用现代通信技术和计算机技术以及电能量测量技术结合在一起，便能够及时、准确、全面地反映电量使用。解决的方案是基于 GPRS 网络通信的无线通讯技术，将电量数据和其它信息实时可靠的采集回来，之后可以通过应用具有智能化分析功能的系统软件，实现居民小区用户用电量的统计、用电情况的分析及用户的使用状态。

数据经过电力载波芯片输入到各级变电站，而各级变电站基于GPRS构成无线局域网专网，为用电管理提供实时性好、稳定性高的数据和事件记录，可实现多块表同时冻结抄表功能。该系统具有设备参数远程回读功能，如回读参数和后台系统保存的设置参数对比，异常报警，可以发现非法修改电能表参数行窃的非法行为。具有失压、断流、错误接线报警、显示、记录并主动上传功能。

2.1 GPRS 模块主要功能及特点

在此方案中，GPRS终端接收各智能变电站采集电表数据，然后将采集到的数据经GPRS模块通过GPRS网络发送到监控主站。

优点分析

1) 供电局数据服务器上远程抄表系统定时自动以查询方式通过GPRS无线数据终端集中器数据取回，而集中器每天根据用户设定的时间，定时抄所有的电表，并保存在大容量的存储器内，这种存储器保存的数据不怕掉电，系统可存储一个月内的定时抄表数据，以便在GPRS网络出现异常修复后，仍能把每天定时抄录的所有电能表数据上传到中心网站数据库。

2) 在局域网、广域网上的用户如有授权均可以远程对网站服务器实行部分操作功能，如：抄表、查询、统计、浏览、分析、打印等。

3) 由于集中器能保存一月内的定时抄表数据，那么中心服务器除了可以抄当天的全部数据外，还可以抄以前1月内任何一天的定时抄表数据及总数据。

4) 系统具有对可疑电能表进行实时跟踪监测功能，由于GPRS网的特点是永远在线，按流量收费，因此对电能表的实时跟踪监测，其运营成本最廉价低。

2.3 GPRS监控终端的硬件结构

主控处理器是监控系统的核心。LPC2294是一个支持实时仿真和跟踪的ARM7TDMI CPU，拥有256KB高速FLASH，16KB的SRAM；一个连接Modem接口信号的串行口，一个两口；特别适合于小型化应用。主控处理器解析来自GRPS网络的指令，管理485总线上的各个智能仪表，监

测现场状态。GPRS模块采用Sony—Ericsson公司的GR47。它带有GSM / GPRS全套语音和数据功能，集成有功能强大的CPU并向用户开放其系统资源，同时模块内嵌有TCP / IP协议栈。用户可以避开复杂的TCP / IP协议栈的设置，只要对GR47进行合理的配置，即可实现LPC2106与监控服务器之间的透明串行数据传输。通过对GPRS连接状态的轮询，保持GPRS始终在线。SIM卡是获取GPRS网络服务必不可少的部分，用于GPRS远程终端的SIM卡应在使用前开通GPRS服务。EPROM用于保存用户数据，如监控中心服务器的IP地址，连接GPRS服务器的时间常数。变压器GPRS模块如图6所示。

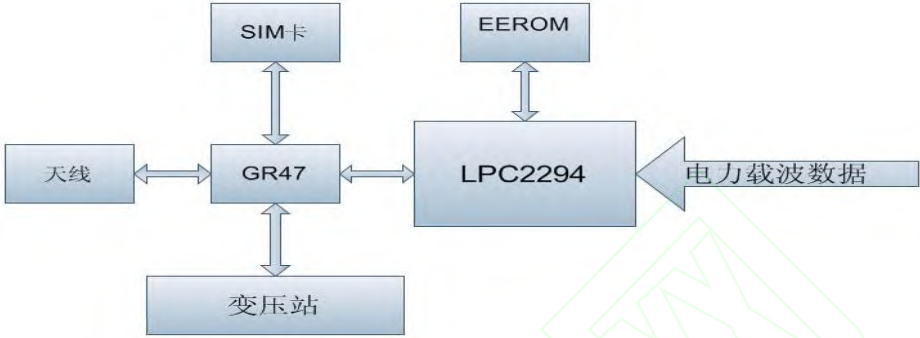


图 6 变压器GPRS模块示意图

3 软件架构设计

由于系统需要的操作并不多，而且 lpc2294不能嵌入 Linux 系统^[7]。软件开发的过程中，采用 uCOS-II 操作系统。它由汇编语言依据实时多任务的原理来编写、占用系统资源少，运行稳定可靠，并可以进一步扩展系统功能。在下位机软件设计中，将系统的各种功能划分为对应某一具体任务的子程序(数据自诊断，定时抄表，报警)，并给每个任务定义任务优先级、执行频率和标识符。采用非抢占优先级方式来设计，用定时器溢出中断来调用任务。当单任务发生时，记录任务发生时间与类型，根据任务类型选择声光报警和与上位机进行通讯等处理方式。当多任务同时发生时，根据预先定义的任务优先级，由高到低依次处理。GPRS模块软件规划如图7所示。

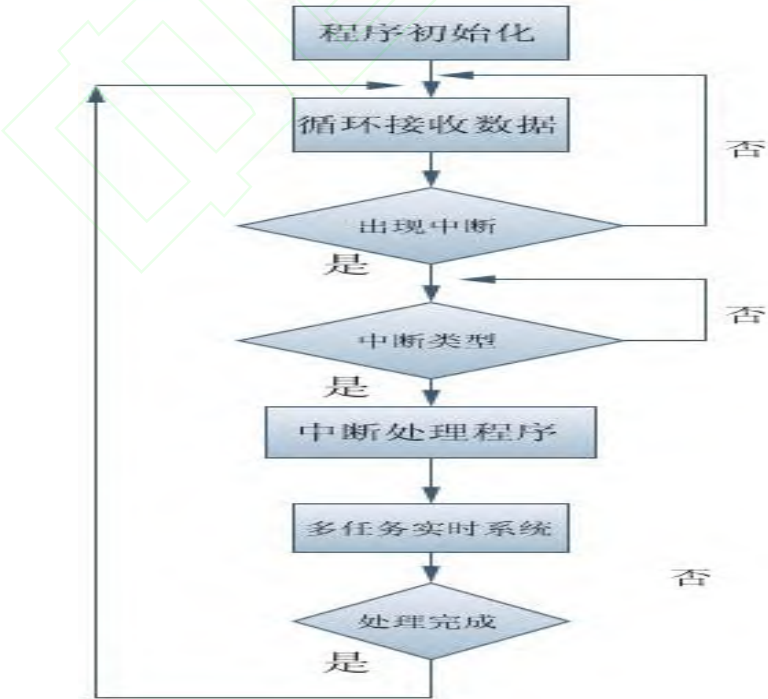


图 7 GPRS 模块软件规划

4 结语

该系统以嵌入式技术为核心,采用电力载波数据通讯和 GPRS 无线抄表技术。利用先进的、性能稳定的嵌入式实时多任务操作系统作为软件平台。系统以分层方式部署系统功能,根据不同的用户和运行环境,以不同的网络介质连接网络各节点。系统依据这个划分,有机部署功能,共同组成一个协调统一的自动抄表系统。

基于电力载波技术和 GPRS 无线抄表的通讯控制系统,是电网数字化得以实现的一种新模式,是对传统通讯控制系统的拓展。在通讯控制系统的实施过程中,特别是存在较多干扰源实际环境中,采用电力载波技术的系统在不需重新布线的情况下,不仅能够满足实时性,可靠性和兼容性要求,且具有良好的抗干扰作用。完成监测、控制、调节以及通信等功能,取代常规的二次系统,实现变电站监控、防误操作,达到变电站无人或少人值班的水平。具有非常好的应用前景。

参考文献

- [1] 勒建军,朱德友. 基于CAN 总线的智能水表自动抄收系统[J]. 福建电脑,2003, (1): 34-35.
 - [2] 张丽娟,章瑞平,杨郁池. 智能抄表系统的实现[J]. 电信科学,2007, 23(1): 82-84.
 - [3] Stidger Ruth W, Meter2Reading Methods Change Slowly. Gas Utility Manager, 2004, 48 (4): 26-27.
 - [4] 电力线传输数据新技术.<http://tech.bjx.com.cn/html/20090429/119482.shtml>.
 - [5] 用高压电力线传输数据. 博美网. <http://computer.bowenwang.com.cn/bpl3.htm>.
 - [6] RISE3501 数据手册 Version 1.0 JS-000325,瑞斯康微电子(深圳)有限公司
 - [7] JEAN J. LABROSSE著. μC , OS-II——源码公开的实时嵌入式操作系统[M]. 邵贝贝,译. 第2版. 北京: 中国电力出版社,2001: 97-105.
- 作者简介: 唐志津, 研究生, 研究方向为智能电网; 陶宇, 研究生, 研究方向为嵌入式系统。
收稿日期: 2010-09-18