

基于 LonWorks 的自动抄表系统设计

李玉峰

(天津科技大学理学院, 天津 300457)

摘要: 分析了现有 IC 卡抄表系统存在的缺陷,介绍了 LonWorks 的技术特点及其网络特性,给出了基于 LonWorks 技术的自动抄表系统设计方案,包括系统的总体结构设计和控制节点的软硬件设计.

关键词: 现场总线; LonWorks; 自动抄表; 神经元芯片

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

文章编号: 1672-6510(2007)01-0052-03

Design of Automatic Metering Reading System Based on LonWorks

LI Yu-feng

(College of Science, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The limitations of the metering reading system using IC cards are analyzed, and the characteristics of LonWorks technology are introduced. A new automatic metering reading system based on LonWorks is studied, and the structure of the system, the software and hardware of the controlled node are designed.

Keywords: field bus; LonWorks; automatic metering reading; neuron chip

当前国内很多自动抄表系统为 IC 卡预付费系统,该系统存在以下缺陷:(1)采用 IC 卡刷卡消费,用户必须到指定地点充值,全市需要设置很多的充值点,浪费人力物力;(2)不能实现电费的分时计费;(3)不能对用户的用电情况进行实时监控,也不能保存历史数据并对其进行整体分析及自动调控;(4)抗干扰能力差,特别是开放的读写口易受外界攻击,且遭受攻击造成系统失效后取证困难,易发生用电纠纷.鉴于此,国家电力公司于 2004 年 10 月发文明确表示,IC 卡式电表不宜在中国大陆使用^[1].本文介绍了一种基于 LonWorks 现场总线的自动抄表系统,系统具有投资少,运行稳定,组态灵活,安装简单等特点.

器、LonTalk 适配器、路由器和控制节点,如图 1 所示,网络拓扑结构采用总线方式,传输介质采用电力线(也可以采用双绞线、光纤、同轴电缆等),各终端模块之间的最大传输距离不超过 3 km^[2],使用路由器扩大网络容量,节点数可达 32 000 个,完全可以满足一般小区的要求.

1 系统总体结构

LonWorks 是美国 Echelon 公司推出的一种现场总线技术,它具有开放性、多介质性、互操作性、网络拓扑结构简单、高可靠性等优点.本系统基于 LonWorks 平台开发,主要包括以下几部分:主控服务

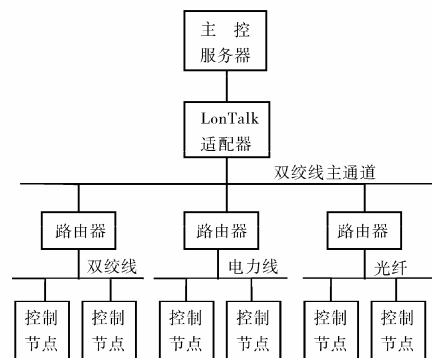


图 1 系统总体结构

Fig. 1 Overall structure of system

收稿日期: 2006-03-25; 修回日期: 2006-09-04

基金项目: 天津科技大学引进人才科研启动基金资助项目 (20040405)

作者简介: 李玉峰 (1976—),男,山西大同人,讲师,硕士.

主控服务器通过 LonTalk 适配器和 LonWorks 网络相连,主控服务器上的 LonMaker 及 LNS DDE 用以实现对 LonWorks 网络的管理及维护:分配各个节点的网络地址、设定参数、捆绑网络变量、监视网络变量及显式报文的变化情况,并可对数据做进一步地分析与管理.控制节点主要完成用电量的采集、用电量的换算及对用户用电的控制功能.为了提高系统的抗干扰能力,在控制节点和传输介质之间加入光电隔离.

2 控制节点设计

2.1 控制节点硬件设计

控制节点主要包括电量采集模块和数据处理模块,电量采集模块主要包括电能计算电路、电源、电流互感器、电压互感器等.其中电能计算电路采用 AD 公司的 ADE7755 集成电路作为核心元件,它的两个 16 位二阶 $\Sigma - \Delta$ 模数转换器对来自电流传感器和电压传感器的信号进行数字化(采样速率可达 900kHz)^[3],由电流和电压信号的乘积得到瞬时功率信号,再对瞬时功率进行低通滤波可得到有功功率分量,对有功功率信息累加,就得到电能计量信息,同时在电流通道中加入了可消除直流偏置的 HPF(高通滤波器),消除了直流偏置相乘对有功功率计算结果的影响,它的输出频率与两个电压信号乘积的时间平均值成正比, f_1 和 f_2 输出频率与两个输入电压 V_1 、 V_2 的关系如式(1)所示:

$$f = (8.06 \times V_1 \times V_2 \times G \times f_{1-4}) / V_{REF}^2 \quad (1)$$

其中 f 为 f_1 和 f_2 的输出的脉冲频率, f_{1-4} 是由主时钟获得的分频, G 为取决于 PGA 的增益,由 G_0 和 G_1 的逻辑输入决定, V_{REF} 为基准电压 + 2.5V.

本设计中 ADE7755 芯片引脚 $G_0 = 1, G_1 = 1, S_0 = 0, S_1 = 1, SCF = 0$, 所以增益 $G = 16$,分频 $f_{1-4} = 6.8$ Hz,CF 端的输出频率 $f_{CF} = 16f$,通过调整 V_2 的值,可使 CF 引脚输出脉冲校准为 1600 imp/kW · h.

脉冲信号的高频输出经 CF 脚与 Neuron 神经元芯片的 IO_3 相连,总线上神经元芯片便可完成对电量的采集,再通过 Lon 总线将数据传输到主机.

本系统中电源部分将 220 V 交流电转化为 12 V,通过单相整流电桥变为脉动直流电,滤波后,将电源提供给稳压块 7805,经稳压后,输出 + 5 V 直流电,供给整个系统.

数据处理模块主要由神经元芯片、收发器、外部扩展存储器、时钟电路、复位和服务电路组成.神经元芯片采用摩托罗拉公司的 MC143150,它有 2K 的

RAM 和 512 字节的 EEPROM,收发器采用 PLT - 22 电力线收发器,PLT - 22 电力线收发器可以很好地解决电力线传输中存在的间歇性噪声、信号衰减、线路阻抗波动等问题.它接收来自 CP0~CP4 的信号,经 DSP 调制处理转换成电力载波信号,通过 TXout 引脚与外接的电力线耦合,并发送到 LonWorks 网,实现 LonWorks 各控制节点之间以及控制节点和主控服务器的通信,而 MC143150 的 IO_0、IO_1 和 IO_3 与电表相连,完成数据采集和对电表的关启控制.IO_1 驱动继电器,控制阀门开关,以提醒用户及时缴费.神经元芯片的 Reset 引脚是漏极开路^[4],双向且低有效,所以复位电路采用欠压复位电路(LVI),以检测电源的掉电和抖动情况.服务电路可用于下载应用程序向主控服务器上传控制节点的 Neuron ID,同时可诊断神经元芯片固件的状态.全系统安装一个时钟节点(时钟芯片采用 DS12887),定时向各个控制节点广播日历时钟,以完成电费的分时计算,控制节点硬件结构框图如图 2 所示.

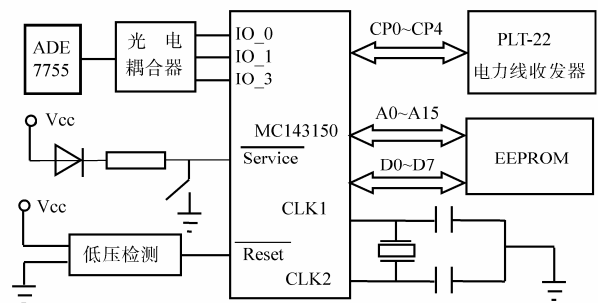


图2 控制节点硬件结构框图

Fig. 2 Block diagram of control node hardware

2.2 控制节点软件设计

控制节点主要完成两个任务:(1)电表电量的测量;(2)与主控服务器交换信息,这些信息主要包括控制节点采集到的电量、自身的运行状态及来自主控服务器的命令.节点流程如图 3 所示.

各控制节点应用程序采用 Neuron C 语言编写,使用 LonBuilder 进行调试.

网络变量是控制节点中的一个对象,从网络的观点可以定义一个网络变量为输入或输出,在 Lon 网络中,通过捆绑网络变量,实现了数据的传输,节点主要程序如下:

```
network input unsigned nv_balance;//定义用户余额网络变量
network output unsigned long int nv_edegree;//定
```

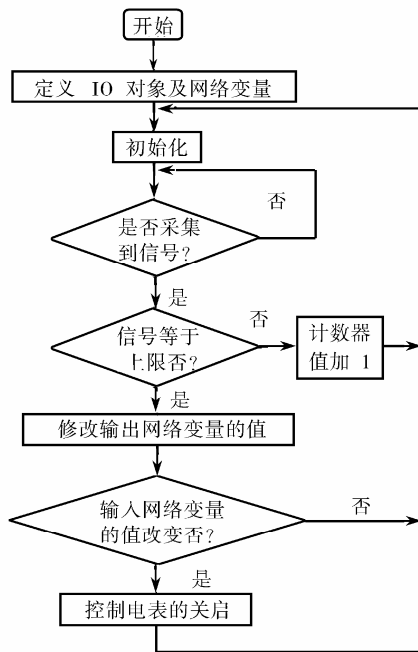


图3 控制节点程序流程图

Fig. 3 Flow chart of control node program

义电表度数网络变量

IO_0 input bit impulse; //脉冲信号输入端

IO_1 output bit ewrswith; //输出控制信息到电表

IO_3 output bit led; //输出指示灯信号

I/O 对象定义完成之后,CPU 就可以分析处理 I/O 事件,因输入的高频信号是高电平有效,当 IO_0 输入电平由低变高时发生 io_changes 事件^[5].

```
when(io_changes(impulse)){//读数字电表脉冲值
```

```
  if(pulsenum=stapulse)//使用 1 kW · h
```

```
    {nv_edegree++;
```

```
    if(nv_edegree=9999)
```

```
      nv_edegree=0;
```

```
      pulsenum=0;}
```

```
  else{//不足 1 kW · h
```

```
    pulsenum++;}
```

```
  io_out(led,1);}
```

当用户余额不足时,主控服务器先改变用户控制节点的网络变量 nv_balance,

```
Tjrjst.DdeVelem.PokeData('lggarden'+IntToStr(i)+
```

```
 '.nv_balance -t int',thebalance);
```

网络变量改变后程序执行相应的 when 事件

```
when (nv_update_occurs(nv_balance))
```

```
  io_out(amrswitch,OFF);
```

因为 Neuron C 应用程序最多可说明 62 个网络变量^[6],主控服务器取电度值时先发送一个显式报文:

```
Tjrjst.DdeMelem.PokeData('lggarden'+IntToStr(i)
```

```
 +' .msg_out.1',Theata);
```

节点获得这个显式报文后,在 when 事件中将数字电表数值赋给网络变量,然后主控服务器读取数据,并将它们存储在服务器中.

```
st3:=Tjrjst.DdeMelem.RequestData('lggarden'+Int
```

3 实验结果分析

系统设计完成后,首先对其在不同电压 (180、200、220、240、260 V) 相同负载(1 000 W)的条件下进行实验,结果显示在电压波动范围内,误差<1.0%,然后在相同电压 (220 V) 不同负载 (100 ~4 000 W) 的条件下进行实验,实验表明电量采集模块能满足 1.0 级表的准确度要求.同时,进行停电试验,并与脉冲表进行对比,由于脉冲表输出 8 个校验脉冲对应产生一个驱动步进电机的脉冲,所以每次停电时会丢失 n ($0 < n < 8$) 个脉冲,而所用控制节点直接将脉冲数转换为电度数,并将数据传送到网络,所以计量更加精确,同时每个用户的用电数会记录在数据库中备查,不易发生用电纠纷,完全可以满足自动抄表系统的要求.

4 结 语

基于 LonWorks 的自动抄表系统不仅实现了自动抄表和计费功能,而且还实现了对电表的实时监控和历史数据分析功能,具有实时性、方便性、安全性、可靠性、便于与其他设备集成等优点,同时它的 I/O 引脚具有很强的可扩展性,可以很方便地扩展到水表、气表、火警探测、防盗监测等其他功能,相信会有广阔的应用前景.

参 考 文 献:

- [1] 国家电力公司称 IC 卡电表不宜选用[EB/OL]. (999-12-1) [2004-5-17] <http://www.zylh.net/dtic.htm>.
- [2] 韩 弥,刘 为.基于 LonWorks 总线技术的集中抄表系统设计[J].微型电脑应用,2004,10(1):45—47.
- [3] 王志刚.基于 LonWorks 的住宅小区自动电能计费系统[J].计算机工程与应用,2003,(10):206—208.
- [4] 徐永新.基于 Web 的 LonWorks 远程监控系统设计与实现[J].计算机工程与应用,2004,(10):205—207.
- [5] 杨育红,涂 敏,李 滨.Lon 网络程序设计[M].西安:西安电子科技大学出版社,2001.
- [6] 马莉.智能控制与 Lon 网络开发技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.