

引用格式: Wei Xianglin, Lin Zhen. Hardware-in-the-loop Simulation of Intelligent Electric Heater Based on Joint of Proteus and Mobile Phone[J]. Journal of Gansu Sciences, 2015, 27(1): 018-024. [魏祥林, 林振. 手机与 Proteus 软件联合的智能电暖器半实物仿真[J]. 甘肃科学学报, 2015, 27(1): 018-024.]
doi: 10.16468/j.cnki.issn/1004-0366.2015.01.005.

手机与 Proteus 软件联合的智能电暖器半实物仿真

魏祥林¹, 林 振²

(1. 兰州理工大学 电气工程与信息工程学院, 甘肃 兰州 730050;

2. 苏州苏铸成套装备制造制造有限公司研究所, 江苏 苏州 215000)

摘 要 以 STC89C52 单片机为控制器核心, 基于华为公司的 GSM 模块 EM310, 设计了一款可以接受手机短信, 并根据短信内容来运行的智能电暖器。为了验证设计方案, 在 Proteus 环境下手机通过 USB 接口与 PC 机相连, 被模拟成 EM310 模块及其 SIM 卡, 完成与 STC89C52 单片机的通信, 从而建立起该智能电暖器的半实物仿真模型。通过半实物仿真, 验证了该智能电暖器设计方案正确, 能实现预期的短信遥控等智能控制要求。将手机与 Proteus 软件联合起来实现短信遥控电器半实物仿真的方法, 对于同类智能系统的开发具有广泛的应用价值。

关键词 智能电暖器; 半实物仿真; Proteus; 短信遥控; 手机

中图分类号: TP311.5

文献标志码: A

文章编号: 1004-0366(2015)01-018-07

油汀式电热取暖器能满足人们日益个性化、舒适化、节能和环保的取暖需求, 近年来获得了极其广阔的市场, 已成为众多家电厂商的投资新热点。然而目前家用电热取暖器普遍存在控制模式单一、智能化程度不高的缺点。

基于电器智能化的发展需求, 设计一款新颖的具有短信遥控功能的家用智能电热取暖器^[1,2], 该电暖器可通过手机短信遥控开启, 并达到设定温度, 具有方便性、舒适性、节电等优点。

电子系统的传统设计手段是当 PCB 电路板和物理原型制成之后, 才能进行软件调试和硬件测试, 时期为 2~3 周^[3], 而借助于 EDA 软件可以缩短产品开发周期。Proteus 软件是来自英国 Labcenter electronics 公司的 EDA 工具软件, 它除了有 EDA 工具的原理图编辑、PCB 自动或人工布线及电路仿真的功能外, 其革命性的功能是它的电路仿真是互动的, 针对微处理器的应用, 还可以直接在基于原理图的虚拟原型上编程, 并实现软件源码级的实时调

试。因此, 利用 Proteus 软件就可以进行微处理器编程而实现各种控制算法的仿真, 直观的观测到被控制对象的效果^[4,5]。

1 设计方案

电暖器的智能化主要体现在控制器是以微处理器为核心, 通过温度传感器采集室温, 通过控制器内部温度控制算法生成控制量去控制功率电路, 以实现室温与设定值保持一致的控制目标。该控制器的新颖性体现在用户可以通过手机终端发送短信经 GSM 网络将短信传送给控制器的 GSM 模块, GSM 模块收到短信后通知微处理器, 微处理器根据短信内容做出相应的运行处理^[6], 如电暖器的开启和关闭、改变温度设定值等。此外它还具有温度显示、散热器表面温度过高保护等功能。

基于 STC89C52 单片机的智能电暖器组成见图 1。STC89C52 单片机是宏晶科技公司推出的新一代高速、低功耗、超强抗干扰的单片机, 无需专用

收稿日期: 2014-03-26; 修回日期: 2014-05-02.

基金项目: 甘肃省自然科学基金资助项目(1103ZSB076).

作者简介: 魏祥林(1978-), 男, 甘肃涇川人, 博士研究生, 讲师, 研究方向为电气自动化技术, 电机及其控制技术. E-mail: weixl2008@126.com.

编程器和专用仿真器,可通过串口(RxD/P3.0, TxD/P3.1)直接下载用户程序^[7,8]。温度传感器选用数字化温度传感器 DS1820,显示模块选用工业字符型液晶 LCD1602, GSM 模块选用华为公司的 EM310 模块。

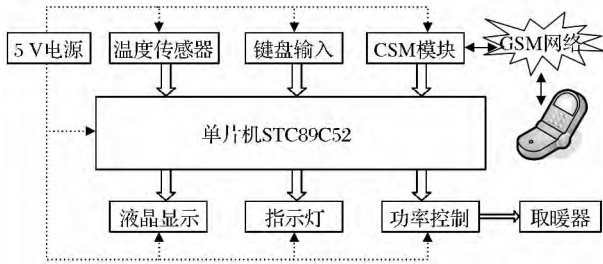


图 1 智能电暖器控制器的组成

Fig. 1 Composition of intelligent electric heater Controller

1.1 EM310 模块介绍

智能电暖器短信接收功能的实现主要靠 GSM 模块。GSM 模块是将 GSM 射频芯片、基带处理芯片、存储器、功放器件等集成在一块线路板上,具有独立的操作系统、GSM 射频处理、基带处理并提供标准接口的功能模块。因此,GSM 模块具有发送 SMS 短信,语音通话,GPRS 数据传输等基于 GSM 网络进行通信的所有基本功能。简单来讲,GSM 模块加上键盘、显示屏和电池,就是一部手机。

华为 EM310 是一款 GSM/GPRS 无线模块,它

使用 50-PIN B2B 连接器接口方式,为外围设备提供以下应用接口信号:UART 接口、SIM 卡接口、音频接口、电源接口、USB 总线接口、网络状态指示接口等^[9,10],如图 2 所示。

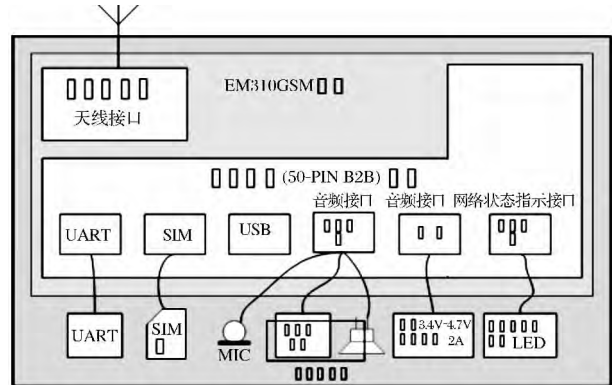


图 2 EM310 GSM 模块应用框

Fig. 2 Block diagram of EM310 GSM modules

1.2 EM310 模块与 SIM 卡的连接电路

EM310 基带处理器集成了符合 ISO7816-3 标准的 SIM 卡接口,通过 PCB 走线将其连接到模块 B2B 连接器上,为外部 SIM 卡座提供 SIM 卡接口端子 SIM-CLK、SIM-IO、SIM-VCC、SIM-GND 等,EM310 模块与 SIM 卡的连接电路见图 3。EM310 的串口 RxD/TxD 分别连接到 STC89C52 单片机的 RxD/TxD 端子。

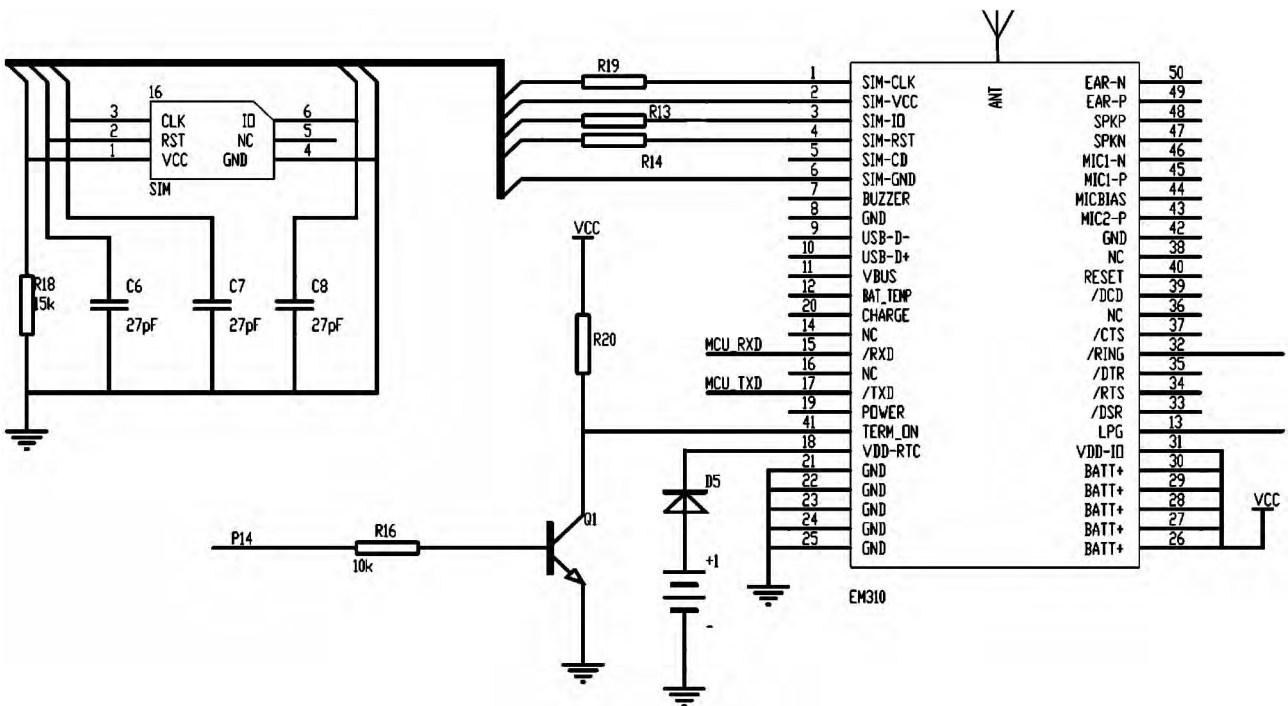


图 3 EM310 模块与 SIM 卡的连接电路

Fig. 3 Connecting circuit between EM310 module and SIM card

2 智能电暖器控制器软件设计

系统软件采用 C 语言编写源程序, 整个程序采用模块化结构, 各部分模块分工明确, 包括主程序、定时器 T0 中断子程序、读取温度子程序、按键中断子程序、串口中断子程序、温度比较子程序、字符串处理子程序等。

2.1 主程序

系统主程序流程如图 4 所示。系统上电后先进行系统初始化, 然后开中断, 接着程序进入主循环。主循环中通过判断各标志位, 调用各模块子程序实现了温度数据采集, 液晶显示等。

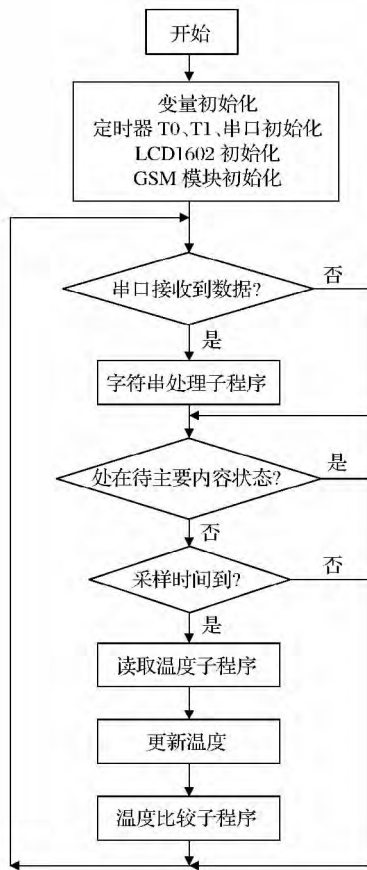


图 4 主程序流程

Fig. 4 Flow chart of the main program

2.2 串口中断服务子程序

单片机通过串口使用 AT 指令来控制 EM310 收发短信。单片机串口发送数据时, 用查询方式发送; 而串口接收数据时, 采用中断方式, 节约单片机资源。即串口每接收到 1 个字节的数据时, 都会产生串口中断服务查询, 通知单片机来存放数据。串口中断服务子程序流程如图 5 所示。

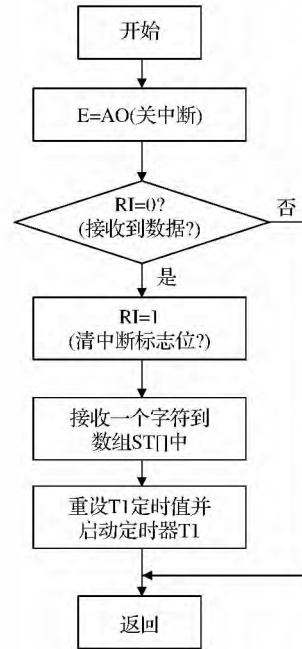


图 5 串口中断服务子程序流程

Fig. 5 Flow chart of serial port interruption service subroutine

2.3 字符串处理子程序

当串口接收完一个字符串后, 就调用字符串处理子程序来处理接收到的数据。字符串处理子程序先检测是不是 EM310 接收到短信来通知单片机, 若是, 再判断短信内容是否为 onXX 或 off, 若为前者则开机, 将目标温度设定为 XX °C; 若为后者则关机。字符串处理子程序流程如图 6 所示。

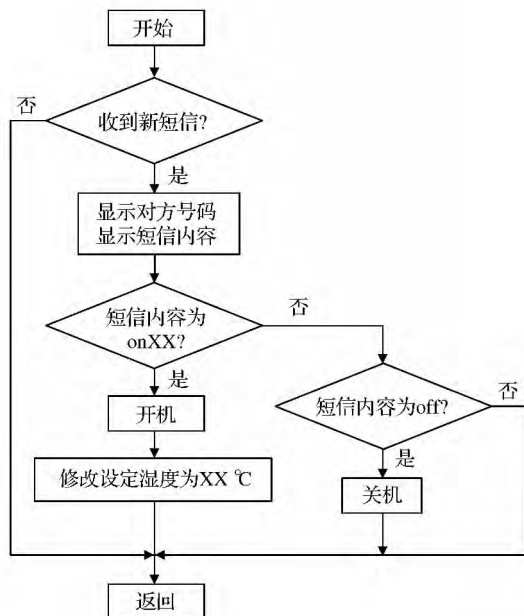


图 6 字符串处理子程序流程

Fig. 6 Flow chart of string manipulation subroutine

3 智能电暖器的半实物仿真

3.1 手机和 Proteus 联合的半实物仿真平台

要在 Proteus 软件下对电暖器控制器进行仿真,遇到了一个 SIM 卡的安装及其入网问题。在研究中,将手机用 USB 线连接到电脑时,在设备管理器下查看到手机占用 COM1 端口,用串口调试助手向手机发送 AT 指令,发现可以用串口调试助手控制手机收发短信,于是设计出用手机模拟 EM310 及 SIM 卡。

基于手机和 Proteus 软件的半实物仿真平台为:将手机通过 USB 与 PC 机相连,其在设备管理器中显示的端口是 COM1,然后在 Proteus 中将与

虚拟单片机相连的 COMPIM 元件参数设置为 COM1,这样 COM1 收发的数据就传送到虚拟单片机中,实现手机与虚拟单片机的数据交换。单片机是虚拟的,但是模拟 EM310 及其 SIM 卡的手机和 GSM 网络则是实物,因此我们称之为半实物仿真平台^[11,12]。COMPIM 的参数设置见表 1,Proteus 中的仿真电路如图 7 所示,注意这里将功率变换电路做了简化。

表 1 COMPIM 的参数设置

Table 1 Parameters setting of the COMPIM in Proteus

| 物理端口 | 数据位 | 波特率 | 检验位 |
|------|-----|-------------|-----|
| COM1 | 8 | 9600(与手机一致) | 无 |

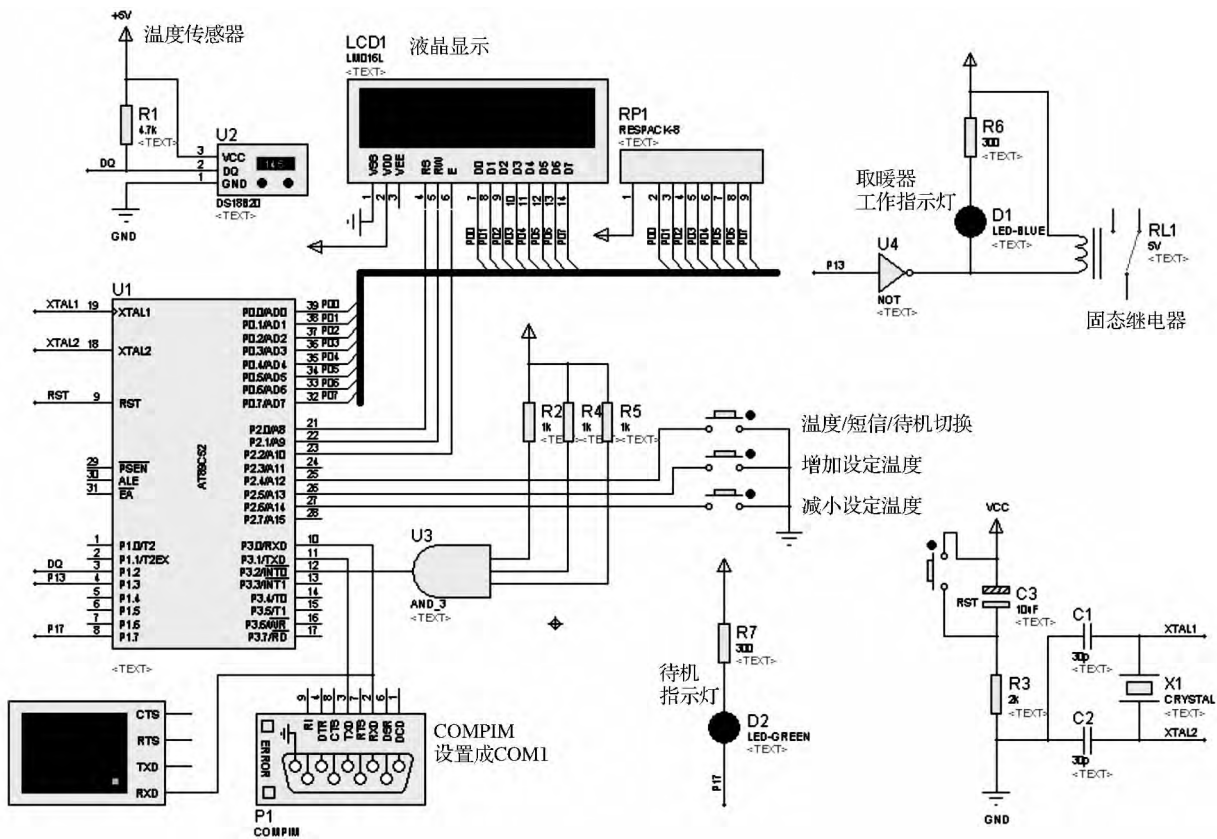


图 7 Proteus 中的智能电暖器仿真电路

Fig.7 Simulated circuit of the intelligent electric heater in Proteus

3.2 智能电暖器控制功能仿真

搭建完硬件并设置参数,在虚拟单片机中加载 keil 编译成的 .hex 文件,仿真开始。

(1)当设定温度比实时温度大且相差超过 1℃ 的控制 上电初始化,设定温度被定在 20℃,实时温度是 14.5℃,这些数值都可以显示在 LCD1602 上,如图 8 所示。此时设定温度比实时温度大且相

差超过 1℃,加热器以最大功率输出,即固态继电器工作周期的占空比为 100%,取暖器的工作指示灯常亮。

(2)设定温度比实时温度大且相差小于 1℃ 的控制 修改温度传感器的实时温度为 19.5℃,此时设定温度 20℃,比实时温度大且相差小于 1℃,单片机调用 PID 处理模块,输出 PWM 波,占空比小

于100%，可见取暖器工作指示灯有亮有灭，说明PID调节起作用。

(3) 设定温度小于实时温度时的控制 将温度

传感器实时值改为 20.5℃，此时设定温度小于实时温度，加热器停止工作，取暖器工作指示灯常灭，控制效果如图9所示。

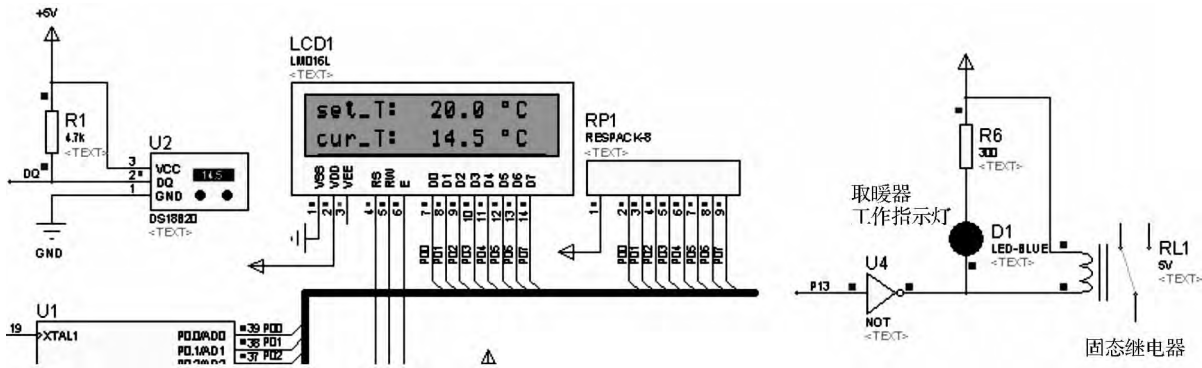


图8 设定温度比实时温度大且相差超过1℃的控制效果

Fig. 8 Control effect when set temperature is higher than actual temperature by 1℃

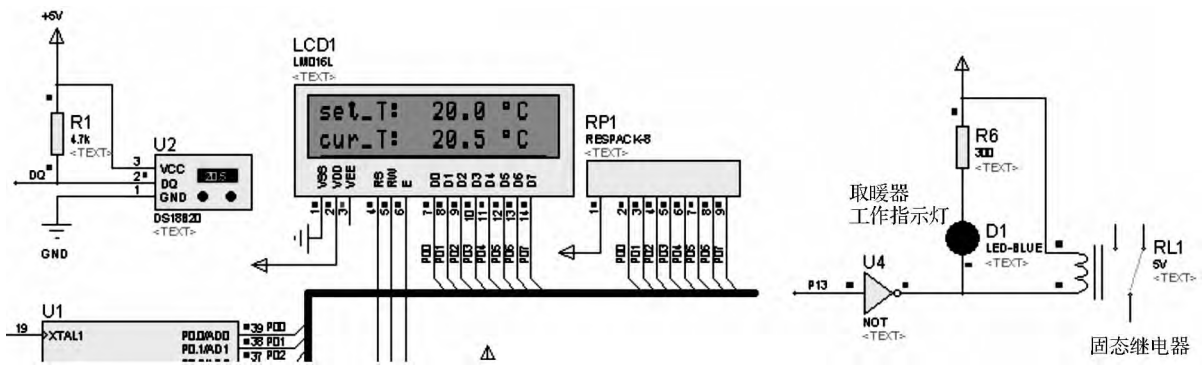


图9 设定温度小于实时温度时的控制效果

Fig. 9 Control effect when set temperature is lower than actual temperature

(4) 待机状态 若按下按键1，进入待机状态，LCD1602显示灭，取暖器不工作，效果如图10所示。

(6) 按短信设定温度工作 再按按键1，使LCD1602由短信显示状态切换至温度显示状态，可以发现此时的设定温度正是短信中设定的22℃，如图12所示，说明此时取暖器已开始按短信设定温度工作。

(5) 接收到短信开机信号 用另一部手机给连接到电脑上的手机上发送短信，短信内容为“on22”，然后与PC机相连的手机接收到短信，可以看到LCD1602显示器亮了，第一行显示“SMS: 15193175721”是短信发送方的号码，第二行显示“on22”是短信内容，效果如图11所示。

若再用手机发送短信，短信内容为“off”，则控制器又将进入待机状态，LCD1602显示灭，取暖器不工作。

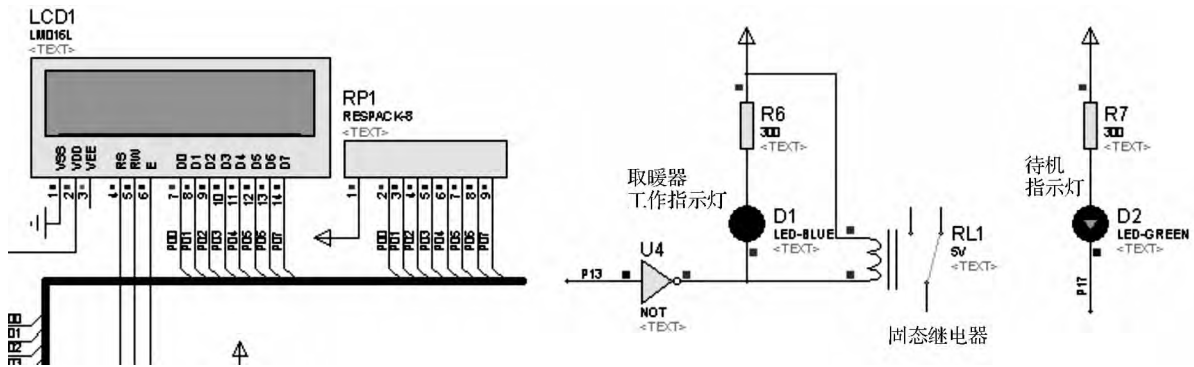


图10 待机状态

Fig. 10 Ready mode of the intelligent electric heater

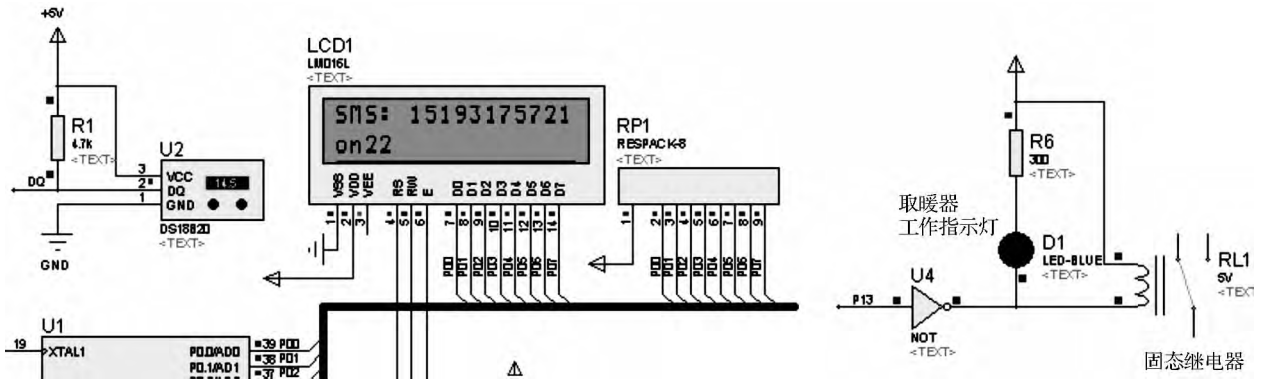


图 11 接收到开机短信

Fig. 11 Reception of the instruction “Boot” by SMS

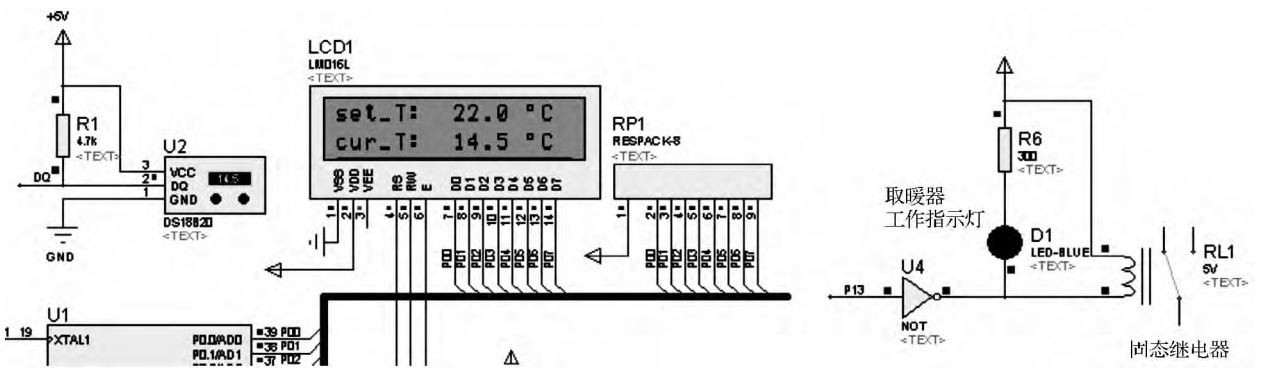


图 12 按照短信设定温度运行

Fig. 12 Operating following the instruction by SMS

通过以上 6 种工况的仿真,验证了该智能取暖器控制器的软硬件设计正确,实现了短信远程控制等智能控制要求。接下来就可以制作 PCB 板,着手物理样机的制作。

4 结论

基于 GSM 网络设计了一款具有手机短信遥控功能的智能电暖器控制器,基于 Proteus 软件和手机联合建立了该智能电暖器的半实物仿真模型,并且验证了该设计方案的正确性和软件功能的完善性。手机与 Proteus 软件联合建立半实物仿真模型的方法,对于开发设计同类智能系统具有很好的参考价值,对于节省开发成本和缩短开发周期都具有重要意义。

参考文献:

[1] 王朝华,陈德艳,黄国宏,等.基于 Android 的智能家居系统的研究与实现[J].计算机技术与发展,2012,22(6):225-228,233.

[2] 吴军基,王文斌,张鹏.基于 GSM 短消息远程抄表系统研究[J].电力自动化设备,2006,34(4):53-55.

[3] 岳大为,武一,迟长春,等. Proteus 在智能电器设计中的应用[J].低压电器,2007,49(21):21-23,45.

[4] 陈朝元,鲁五一. Proteus 软件在自动控制系统仿真中的应用[J].系统仿真学报,2008,20(2):318-320.

[5] 张晓钟,孙敏,赫润章.云梯消防车运行状态的嵌入式监测系统[J].控制工程,2013,20(1):51-54,58.

[6] 王宁,黄樟钦,程亮,等.智能手机远程家居监控系统的设计与实现[J].计算机应用,2005,25(9):2212-2213,2218.

[7] 霍战鹏,魏正英,张梦,等.手机短信远程控制灌溉系统[J].西安交通大学学报,2012,53(10):36-41.

[8] 张青春.基于 STC89C52 的高精度宽频带数显毫伏表的设计[J].电子技术应用,2012,38(7):84-86.

[9] 华为技术有限公司. EM310GSM 模块产品概述[DB/OL]. www.huawei.com,2009,5.

[10] 何为,张静,毛玉星.配电变压器远程监控终端研究与设计[J].电测与仪表,2013,50(2):91-95.

[11] 刘邹,丁青青.基于 Proteus 的硬件在回路仿真[J].计算机仿真,2009,26(2):312-314.

[12] 薛定宇,陈阳泉.基于 Matlab/Simulink 的系统仿真技术与应用[M].第 2 版.北京:清华大学出版社,2011.

Hardware-in-the-loop Simulation of Intelligent Electric Heater Based on Joint of Proteus and Mobile Phone

Wei Xianglin¹, Lin Zhen²

(1. *College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;*

2. *Research Institute, Suzhou-Suzhu Machinery Manufacturing Co., Ltd, Suzhou 215000, China*)

Abstract With STC89C52 MCU as the controller core, an intelligent electric heater operated by short message service(SMS) was designed, based on EM310 GSM module manufactured by Huawei Company. For the verification of the design scheme, a mobile phone and a PC were connected through USB, and the EM310 module and SIM card were simulated and communicated with STC89C52 MCU, thus the hardware-in-the-loop simulation model of the heater was constructed on the software platform Proteus. The simulation results showed that the design scheme was feasible and fulfilled the desired control functions. The method of jointing Proteus and mobile phones for the distant control of household appliances by SMS has general applications in the development of similar intelligent systems.

Key words Intelligent electric heater; Hardware-in-the-loop simulation; Proteus; Short message remote control; Mobile phone