

一种便携式自动售卖药箱控制系统的设计与仿真

李 征

(安徽电子信息职业技术学院,安徽 蚌埠 233030)

摘要:设计了一款实时监测电池电量和药品数量的便携式自动售卖药箱控制系统。该系统主要由蓄电池、压力传感器、信号采集与传输、主控单元、cat1等模块组成,主控单元通过采集压力传感器的输出电压和电池电压来判断药箱的电池剩余电量和剩余药量,并通过cat1模块将结果发送给经营者。并采用LabVIEW与Multisim联合技术对该系统进行仿真,仿真结果表明该系统能够有效地完成对电池电量和药品数量的实时监测,同时具备上货和系统异常关闭的功能,可有效应用于便携式自动售卖系统中。

关键词:自助售卖药箱;电池;药品数量;压力传感器;cat1;LabVIEW;Multisim

中图分类号:TP277.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2020)04-0044-05

Design and Simulation of a Control System for Portable Medicine Vending Machines

LI Zheng

(Anhui Vocational College of Electronics & Information, Bengbu, Anhui 233030, China)

Abstract: In order to solve the problem that the battery of the medicine vending machine cannot be replaced and the medicine cannot be replenished in time, a real-time monitoring system is designed, which is mainly composed of battery, pressure sensor, signal collection and transmission, main control unit and cat1 modules and so on. The main control unit can measure the remaining quantity in the medicine box and the remaining power of the battery by collecting the output voltage of the pressure sensor and the battery. When the remaining amount of medicine or battery power is low, the information is sent to the operators through the cat1 module. The system is simulated by the co-simulation function provided by LabVIEW and Multisim with results showing that this system can effectively monitor battery's power and the amount of the medicine in real time. With the additional functions of loading and shutdown system for abnormality, this system can be effectively applied to the portable vending machines.

Keywords: medicine vending machine; battery; medicine quantity; pressure sensor; cat1; LabVIEW; Multisim

0 引言

自动售卖电子药箱又称自助售药机,是一种以贩卖机为载体、集自动控制 and 物联网等技术的自助售药系统,具有24 h无间断售药、用地面积小、设备成本低等优点,其所售药品以家庭常备药等OTC药品为主、应急药品为辅。早在2002年8月,中国第1台自助售药机就已经在上海第一医药商店亮相,但并未在国内普及;而在国外,尤其是国家医疗制度及社区服务体系比较完善的国家比较流行,比如美国自助售药机和药店是平行的,英国则是把自助售药机放在医院,目的是减少排队、方便患者^[1]。随着国家治理体系的逐步完善,自助售药机在国内将有

巨大的市场。但目前市售自助售药机的供电方式多以市电为主,体积相对较大,给经营者的网点布置带来不便,因此便携式电子药箱系统将会受到经营者的青睐;但便携式的自动售卖电子药箱在使用过程中也遇到了电池电量和药品数量不足不能及时提醒经营者的问题。本文设计了一款药箱控制系统旨在解决上述2项问题。

1 便携式自动售卖药箱控制系统的设计

1.1 系统总体方案设计

便携式自动售卖电子药箱控制系统主要由MCU主控单元、蓄电池、压力传感器、信号采集与传输、cat1通信等模块组成(图1)。

收稿日期:2020-06-12

基金项目:2018年安徽电子信息职业技术学院自然科学研究项目(ADZX1810);安徽省2019年度高校优秀青年人才支持计划项目(gxyq2019238)。

作者简介:李征(1986—),男,安徽蚌埠人,副教授,硕士,研究方向:电子电路设计及应用。

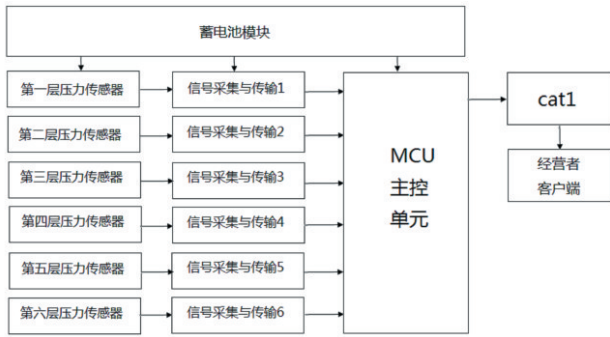


图1 便携式自动售卖药箱控制系统框图

该药箱共有6层,每层放置1种药物,并在药物的底部放置一个量程为5 kg、灵敏度为1 mV/V的电阻应变片式压力传感器。压力传感器将每层药品的质量转换为电信号,通过信号采集及传输模块送到主控单元。鉴于本系统对信号采集的精度要求不高,MCU主控单元选择具有自带AD转换功能的STC12C5A60S2单片机,MCU根据质量来判断当前层药品的剩余量以及提醒经营者是否补充药品。蓄电池模块选用可在户外使用的12 V、25 AH大容量可充电锂电池,系统工作时主控单元实时采集蓄电池两端的电压,根据锂电池电压电量关系来判断电池剩余电量。cat1通信模块主要是将信号采集和处理的结果通过网络发送给经营者,用于提醒经营者是否更换电池或补充药品,确保药箱系统能够正常运行及不断货。

1.2 便携式自动售卖药箱控制系统硬件电路设计

电子药箱控制系统的硬件部分主要由主控单元、蓄电池电压采集电路、5 V电源电路、仪表放大电路等组成。

1.2.1 蓄电池电压采集电路

蓄电池电压采集电路如图2所示。由于蓄电池的端电压在12 V左右,而单片机自带的AD最大转换电压为5 V,蓄电池电压采集电路将蓄电池电压通过电阻分压降到其电压的1/3后再送入主控单元处理,主控单元参照表1判断蓄电池剩余电量。



图2 蓄电池电压采集电路

5 V电源电路的作用是为MCU、压力传感器和仪表放大电路供电,其电路如图3所示。

表1 单节锂电池电压与剩余电量关系

蓄电池电压/V	剩余电量/%	蓄电池电压/V	剩余电量/%
4.20	100	3.79	40
4.06	90	3.77	30
3.98	80	3.74	20
3.92	70	3.68	10
3.87	60	3.45	5
3.82	50	3.00	0

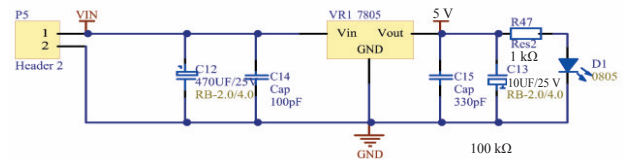


图3 5 V电源电路

VIN与蓄电池的输出电压相连,三端集成稳压器7805将蓄电池12 V左右的直流电压转换成稳定的5 V电压,D1为5 V电源指示灯。

1.2.3 信号采集与传输电路

系统选用的压力传感器供电电源为5 V,灵敏度为1 mV/V,故其满量程电压为5 mV(质量在5 kg时),由于药品的质量很轻,压力传感器的输出电压是mV级别,比较微弱,而信号采集与传输电路的作用就是将压力传感器输出的微弱信号放大很多倍,然后将其送入主控单元进行处理,其电路如图4所示。

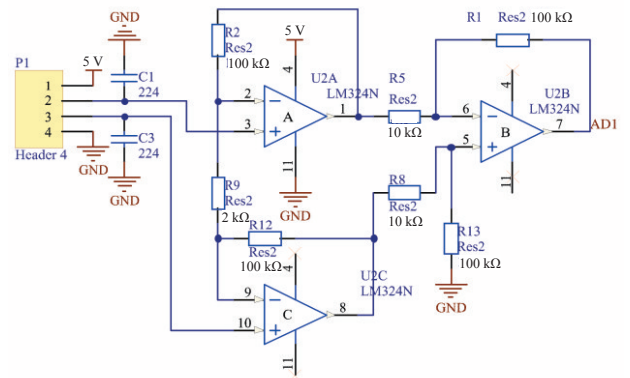


图4 仪表放大电路

从图4可以看出,R2=R12=100 kΩ,R5=R8=10 kΩ,R1=R13=100 kΩ,R9=2 kΩ。根据《电子技术基础实验》^[2]中的公式可以推导出仪表放大器的放大倍数Au为式(1):

$$A_u = \frac{R_9 + R_2 + R_{12}}{R_9} \times \frac{R_1}{R_5} = \frac{2 + 100 + 100}{2} \times \frac{100}{10} = 1\ 010$$

放大倍数为1 000倍左右,足以将传感器输出的微弱信号转换为单片机AD转换部分需求的电压。

1.2.4 主控单元与CAT1模块

主控单元的主要作用有2点:一是完成蓄电池两端电压以及6路传感器输出电压的采集和处理;

二是将处理后的结果通过 LTE CAT1 模块进行网络发送,对应电路如图 5 所示。

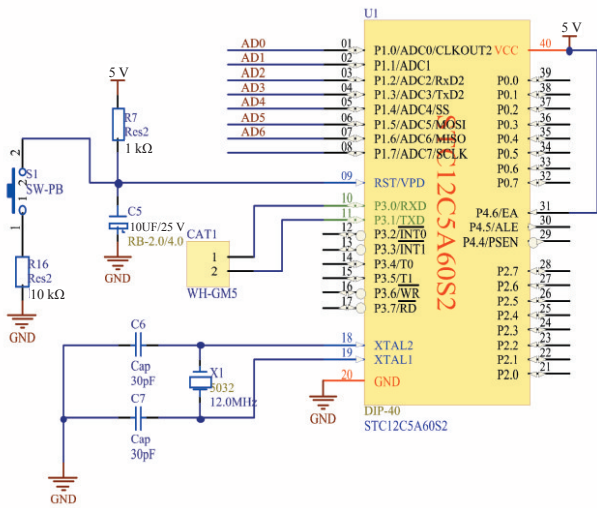


图 5 主控单元与 CAT1

1.3 便携式自动售卖药箱控制系统软件设计

电子药箱控制系统的软件设计部分主要包括数据采集与处理程序、自动售卖控制程序等组成,其主程序的控制流程如图 6 所示。

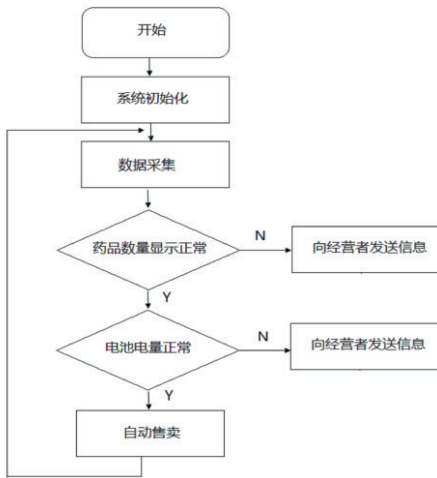


图 6 电子药箱控制系统流程

1.3.1 信号采集与处理程序

单片机通过 7 路 AD 将蓄电池及 6 路压力传感器输出的模拟电压信号转换为数字信号,该数字信号并不能直接反映电池的电量及药品的数量,需要将此信号与既定值进行比较,从而判断电池的剩余电量以及药箱中每种药品的数量。以药品数量判断为例,市售的美林布洛芬混悬液 100 ml/瓶的质量大约是 100 g,药品数量不同则仪表放大器的输出电压也不同,因此可以根据仪表放大器的输出电压大小来判断药品的数量,药品数量与仪表放大器输出电压关系如表 2 所示。

由于 STC12C5A60S2 内部自带 10 位的 AD 转

表 2 药品数量与仪表放大器输出电压关系

药品数量/瓶	药品质量/g	传感器输出电压/mV	仪表放大器输出电压/V
1	100	0.1	约 0.1
2	200	0.2	约 0.2
3	300	0.3	约 0.3
4	400	0.4	约 0.4
5	500	0.5	约 0.5
6	600	0.6	约 0.6
7	700	0.7	约 0.7
8	800	0.8	约 0.8
9	900	0.9	约 0.9
10	1 000	1.0	约 1.0

换器,当参考电压为 5 V 时,输入为 0.1 V 时其输出为 24 左右,因此可以设置合适的阈值有效地判断出药品的剩余数量。

1.3.2 自动售卖控制程序

自动售卖控制程序主要采用 LabVIEW 中的事件结构完成,该程序包括“投币”“退币”“上货”“药品选择”等事件,具体程序如图 7 所示。

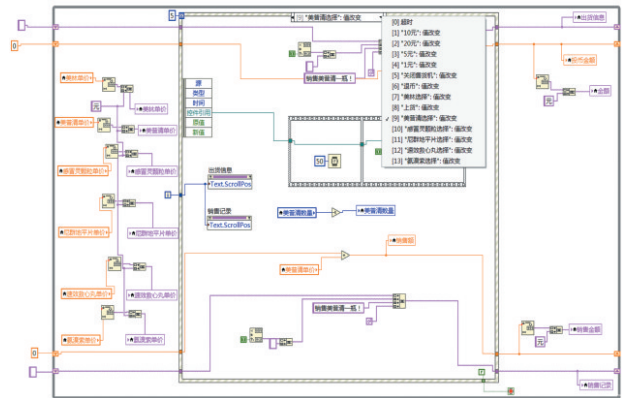


图 7 自动售卖控制程序

2 便携式自动售卖药箱控制系统的仿真

2.1 便携式自动售卖药箱控制系统仿真方案

根据系统功能,可以使用 LabVIEW 和 Multisim 进行系统级的联合仿真^[3-5]。Multisim 是一款功能十分强大的电子电路仿真软件,而 LabVIEW 主要应用于数据采集、数据存储、数据分析和数据显示等领域^[6]。在联合仿真之前确保 LabVIEW 中已安装 Control Design and Simulation 模块和 Multisim Co-Simulation 插件^[7]。

2.1.1 在 Multisim 里面绘制仿真电路

在 Multisim 里面绘制的仿真电路主要是蓄电池电压采集电路、压力传感器输出及放大电路,分别参照图 2、4 绘制。联合仿真之前添加 7 个“HB/SC 连接器”,分别对应 AD0 至 AD6,属性设置为输出。

LabVIEW 协同仿真终端图如 8 所示,其中电压 1~6 分别对应 6 路压力传感器的输出。



图8 LabVIEW协同仿真终端

2.1.2 在 LabVIEW 中创建程序

在 LabVIEW 中创建的电子药箱控制系统程序由前面板、程序框图 2 部分组成,仿真前的前面板如图 9 所示,其中图 9a 和图 9b 分别对应售卖界面和后台界面。



a.售卖界面



b.后台界面

图9 电子药箱控制系统前面板

在售卖界面中可以看到药品的名称、图片、单价以及出货信息。在后台界面可以查看药品的剩余数量、电池剩余电量、销售金额、销售记录,同时也可以设置药品的单价以及是否关闭售货机。当药品被经营者全部补充完整时,可操作“上货”开关将药箱的数量设置为满货状态。电子药箱控制系统程序框图如图 10 所示。

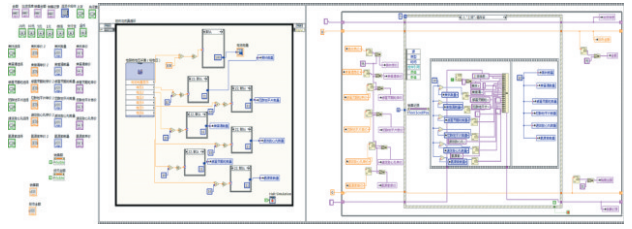


图10 电子药箱控制系统程序

2.2 电子药箱控制系统的仿真

2.2.1 电量和药量监测的仿真

系统仿真前,需要在 Multisim 里面对电池电压和传感器输出电压进行设置。设置完成以后,在 LabVIEW 中单击“仿真按钮”,等待一段时间,系统运行以后即可在 LabVIEW 前面板的后台界面看到电池的剩余电量以及药品的数量。当在 Multisim 里面将蓄电池的电压设置为 12 V,压力传感器的输出电压设置为 1 mV 时,系统前面板的后台界面如图 11a 所示;当在 Multisim 里面将蓄电池的电压设置为 10 V,压力传感器的输出电压设置为 0.5 mV 时,系统前面板的后台界面如图 11b 所示



a. 电池电压为 12 V、传感器输出为 1 mV 时的后台界面



b. 电池电压为 10 V、传感器输出为 0.5 mV 时的后台界面

图11 仿真后的前面板界面

通过图 10a 和 10b 两图的比较,可得出该系统能够实现电池电量及药品数量的监测,当经营者接收到图 10b 的信息就会及时对电池进行更换,确保系统能够正常运行。

2.2.2 自动售卖功能的仿真

在售卖界面中,可以通过 1、5、10、20 元几个按钮实现投币的仿真,分别单击 10 元和 5 元按钮,界面显示结果如图 12a 所示。在图 12a 中可以看到,单价低于 15 元的药品对应的指示灯为绿色,表明可被选择;而单价高于 15 元的药品指示灯为红色,表明不可被选择。“金额”栏处显示当前投入系统中的金额;“出货信息”栏处用于显示电子药箱控制系统的使用信息。在图 12a 的基础上,单击“美普清选择”按钮后的售卖界面如图 12 所示。



a. 自动售卖功能仿真——投币功能



b. 自动售卖功能仿真——售卖功能

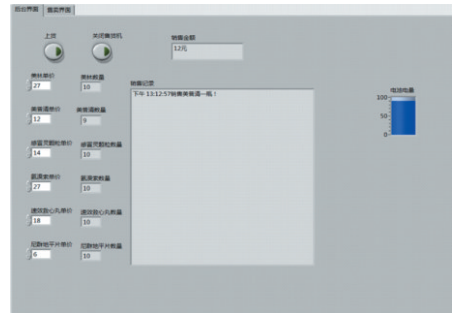
图 12 自动售卖功能仿真的售卖界面

图 12b 中可以看到“金额”栏已经变成“3 元”,“出货信息”栏处显示“销售美普清一瓶!”,如果结束购买可点击“退币”按钮实现找零功能。自动售卖后的后台界面如图 13a 所示,可以看出“美普清”的数量变成了“9”,减少了一瓶,同时在“销售金额”栏和“销售记录”栏分别显示了系统的销售金额和药品销售的时间和品种。当连续售卖后,经营者对

参考文献:

- [1] 王鑫,叶瑜敏.非处方药自动贩卖机市场调查与分析[J].人力资源管理,2014(10):230-232.
- [2] 陈小钦.电子技术基础实验[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [3] 杨立娜,崔文华,王顺俞.基于 Multisim 和 LabVIEW 的模拟电路虚拟实验平台的设计[J].中国教育信息化,2014(1):66-69.
- [4] 陈海生,王峰,郭晓云,等.一种 LabVIEW 和 Multisim 联合仿真的方法[J].电气电子教学学报,2014,36(2):118-120.
- [5] 闫国忠,于亚萍,卫勇.基于 LabVIEW 和 Multisim 虚拟电子实验系统的设计[J].天津农学院学报,2017,24(4):64-66.
- [6] 杨乐平,李海涛,赵勇,等.LabVIEW 高级程序设计[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [7] 李毅,李晓辉,郭万里.基于 LabVIEW-Multisim 的低频虚拟实验室设计与实现[J].现代电子技术,2019,42(6):72-75.

药品进行补充后,可点击“上货”按钮完成药品数量的更新,图 13b 显示药品的数量已变回“10”(药箱满的数量),并在“销售记录”栏中显示补充了哪些药品。后台界面的“关闭售货机”按钮主要用于当电池电量不足或者系统异常,比如药品数量显示大于 10 时,及时关闭售货机。



a. 自动售卖功能仿真——购买功能后台界面



b. 自动售卖功能仿真——上货功能

图 13 自动售卖功能仿真的后台界面

上述仿真结果表明,该系统能够有效地完成对显示电池电量和药品数量的实时监测,同时还具备“上货”“关闭售货机”“销售金额”“销售信息”等的显示功能。

3 结语

本文提出一种自动售卖电子药箱控制系统的设计方案,并通过 LabVIEW 和 Multisim 进行联合仿真,仿真结果表明该系统不仅能够全天 24 h 满足用户购买药物的需求,还能够实时监测电子药箱的药品剩余数量及蓄电池的剩余电量,方便经营者进行有效管理。