

文章编号:1005-0523(2015)06-0088-05

基于 Multisim 的简易自动售货机控制系统设计与仿真

陈齐平, 张文俊, 王钢林, 李鹤贤, 阚清享

(华东交通大学机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 为了提高简易自动售货的便捷性和可靠性, 设计开发出一套简易自动售货机控制系统。根据数字集成电路和模拟集成电路的特点, 采用模块化设计思路, 设计了模拟投币模块、显示模块、模拟出货和找零状态模块, 提高了电路的可读性和可移植性。基于 Multisim 平台对其动态特性进行了分析研究, 建立了电路仿真模型, 并对其功能进行了仿真分析。仿真结果与实验结果基本一致, 所设计的控制系统能准确、便捷的实现简易自动售货机的功能。

关键词: Multisim; 可移植性; 模块化; 状态

中图分类号: TM133

文献标志码: A

DOI: 10.16749/j.cnki.jecjtu.2015.06.014

随着科学技术发展和社会进步, 商业机械的自动化得到越来越广泛的应用, 自动售货作为商业机械自动化的典型应用, 给大众生活带来的巨大的方便, 同时给商家节省了销售成本。在中国, 自动售货机将成为一个潜在的巨大产业, 继百货商店、超市之后掀起第三次零售业革命, 其前景非常广阔^[1-3]。

自动售货机功能的实现主要依靠其内部控制系统, 目前国内外对自动售货机的控制主要有 PLC 控制程序、CPLD 芯片控制、VHDL 语言控制等。文献[4]采用可编程序控制器(PLC)控制自动售货机, 文献[5]采用单片 CPLD 芯片使自动售货机实现其基本功能, 文献[6]通过单片机实现了自动售货功能。文献[4-6]都实现了自动售货的功能, 但所需的专业编程知识较多, 对电子爱好者来说具有一定入门条件。现代自动售货机的内部控制系统大多采用 VHDL 描述语言, 用有限状态机进行系统状态描述, 通电复位后系统自动初始化, 根据外界输入的信号转换成投币状态、销售状态、找零状态^[7]。

基于 Multisim 模块化设计, 通过逻辑电路实现自动售货机的基本功能, 简化自动售货机的设计难度, 利用 74 系列数字电路芯片, 功能完成基本控制电路的设计。各电路模块具有一定的相对独立性、互换性及通用性, 方便组装及问题的排查, 且使得电路模块具有一定的可移植性。

1 设计原理及功能实现

根据实际实际情况假定所售商品为 2.0 元, 且只有 0.5 元及 1.0 元 2 种货币情况, 共有 5 种投币情况, 如表 1 所示。

通过简化模型实现自动售货机的基本功能, 能够更方便的实现电路的连接及其原理的理解。通过计数器和加法器累计所投金额, 根据自动售货机的基本功能设计出原理框图, 如图 1 所示。

按钮开和关 2 种状态分别表示 1 和 0, 产生的信号由计数器与加法器累加, 相应模块接收到信号后, 相应的显示模块显示投入金额的总数, 且有余额不足提示或出货找零提示。通过延时清零模块自动清除机器的投币金额记录, 方便下一次的购买, 同时能够使购买者有足够的反应时间来了解自己的购买情况。

收稿日期: 2015-07-27

基金项目: 国家自然科学基金(51565011); 江西省自然科学基金资助项目(20151BAB206037)

作者简介: 陈齐平(1984—), 男, 讲师, 博士, 主要研究方向为机电一体化技术, 电动汽车技术, 车辆 CAE 技术。

2 主电路的设计

2.1 防抖动开关

防抖动开关是由两个或非门交叉耦合构成的基本 R-S 触发器(复位-置位触发器),高电平触发,如图 2 所示。利用这种锁存器具有的记忆功能消除抖动信号^[8],使得电路在运行过程中能够保持相对较为平稳的状态。

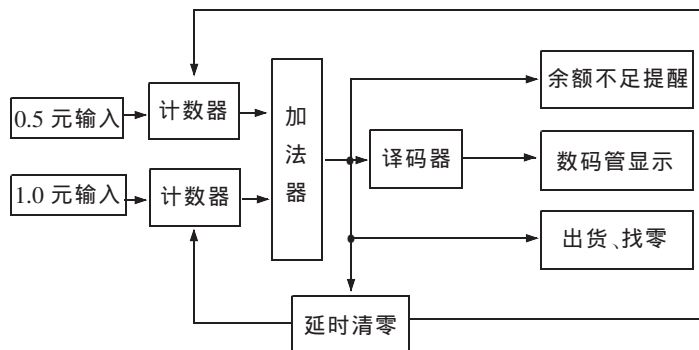


图 1 原理框图

Fig.1 Block diagram of principle

表 1 投币情况
Tab.1 Representation of inserting coins

情况	0.5/次	1/次	总额/元	结果
1	4	0	2.0	出货
2	3	1	2.5	出货及找零
3	2	1	2.0	出货
4	1	2	2.5	出货及找零
5	0	2	2.0	出货

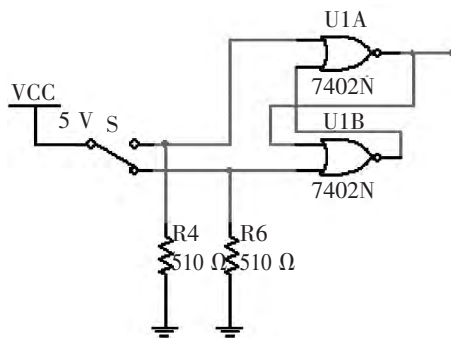


图 2 防抖开关原理图

Fig.2 Schematic diagram of shake-proof switch

2.2 货币输入电路

利用防抖动开关产生的高低电平,模拟 0.5 元及 1.0 元货币的输入,将 0 变化成 1 的上升沿信号输入到 74LS161 芯片的 CLK 端,上升沿脉冲使其计数。0.5 元及 1.0 元货币的输入经 74LS161 芯片处理后,将信号统一传送到 74LS283 芯片中,得出投入的金额总数。设计货币模拟输出电路,如图 3 所示。查阅文献^[9]知,74LS161 要执行计数功能,ET,EP,~LOAD 端接高电平,~CLR 端也接高电平,实现低电平清零的功能。

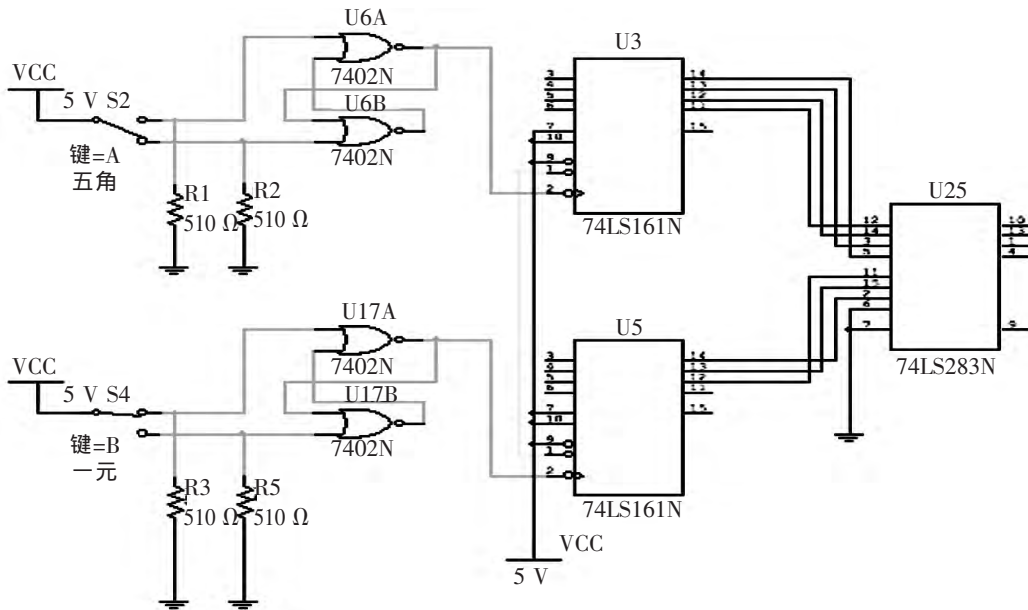


图 3 货币输入电路

Fig.3 Coins input circuit

2.3 出货、找零、金额不足提示电路

当投币金额达到 2.0 元时,74LS283N 的输出端 SUM_4~SUM_1 的电平用二进制表示为 0100, 此时 SUM_3 高电平,蜂鸣器 BUZZER LS3 发出响声,且 LED5 发光,提示购买者完成交易,请取货;当投币金额达到 2.5 元时,74LS283N 的输出端 SUM_4~SUM_1 的电平用二进制表示为 0101,此时 SUM_1 和 SUM_3 高电平,蜂鸣器 BUZZER LS3 和 LS4 同时发出响声,且 LED4 和 LED5 同时发光,提示购买者完成交易,请取货,并且通过 LS4 和 LED4 提示购买者别忘了将找零取走。出货、找零电路连线图,如图 4 所示。查阅文献[10],得出 74LS283N 的输出端 SUM_1~SUM_4 的电平情况,0 表示低电平,1 表示高电平,如表 2 所示。

表 2 74LS283N 输出端 SUM_1~SUM_4 电平情况
Tab.2 Electrical level situation of SUM_1~SUM_4 of 74LS283N output port

总额/元	SUM_1	SUM_2	SUM_3	SUM_4
0.5	1	0	0	0
1.0	0	1	0	0
1.5	1	1	0	0
2.0	0	0	1	0
2.5	1	0	1	0

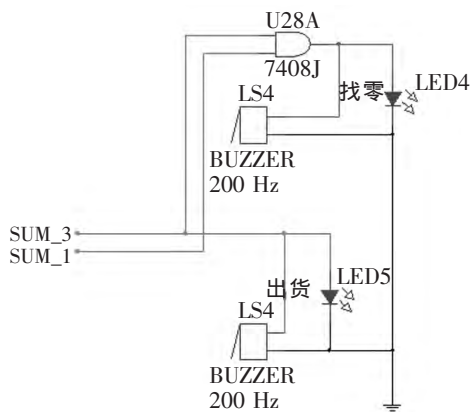


图 4 出货、找零电路

Fig.4 Circuit of delivering goods and giving change

2.4 延时电路

完成交易后,通过延时电路自动清零,方便下一次交易,延时电路原理图如图 5 所示。借助单稳态 555 延时器,延时清零,在交易成功之后延时几秒,OUT 端输出高电平,通过反相器,转换成低电平,输入到图 3 所示的 74LS161N(U3 和 U5)的~CLR 端,使其清零,机器重新开始计数^[11-12]。

货币输入电路中 74LS283N 引脚 SUM_3 经并联的非门和电容 C3 输入到延时器 TRI 端,输入总金额为 2.0 和 2.5 元时,有表 2 可知,此时 SUM_3 高电位,经反相器转化为低电平;由文献[9]可知 TRI 为出发端,当此引脚电压降至 $\frac{1}{3}U_{cc}$ (或由控制端决定的阈值电压)时输出端给出高电平;反相器 U4A 并联了一个 1 000 μF 的电容,当电容充满电时反相器 U4A 被短路,因此

TRI 端输入高电平,OUT 端输出低电平,反向器处理后,计数器的~CLR 输入高电平,计数器处于计数状态,完成延时清零工作。设计延时电路连线图,如图 5 所示。

2.5 价格显示电路

所售商品价格显示部分,采用固定式的价格显示模块,这样显示方便且易实现。本文假定商品售价为 2.0 元,因此直接用高低电位控制即可。自动售货机所售商品一般都是固定的种类,因此这种简单方法有一定的可行性。

投币总额显示用的是 2 个共阴极数码管,投币总额显示电路,如图 6 所示。U11 显示元和小数点, U12 显示角,由表 2 可知 BCD 七段译码器(驱动共阴)U13 和 U14 各引脚的输入。

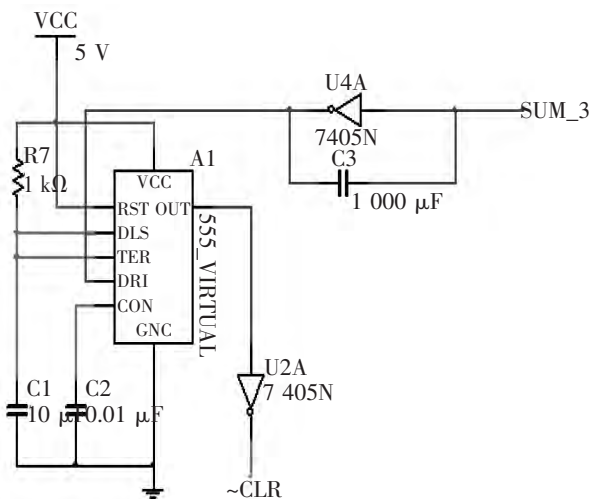


图 5 延时电路原理图

Fig.5 Schematic diagram of delayed circuit

3 实验验证

利用线路仿真软件 Multisim 完成电路设计,借助其虚拟仿真功能检验原理的可行性,并对电路进行优化^[13-14]。用面包板连出的实物图,实现了仿真的结果,自动售货机的基本功能都得到实现,模块化设计使得电路连接与检查更方便,使得各模块有一定的可移植性。实践证明这个设计有一定的可行性,实验电路图如图 7 所示。

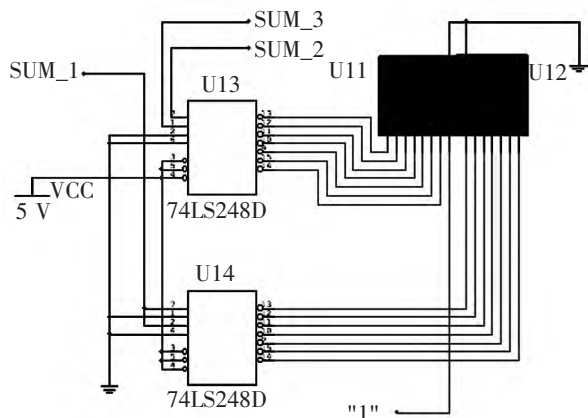


图 6 投币总额显示电路

Fig.6 Display circuit of the total amount of coins

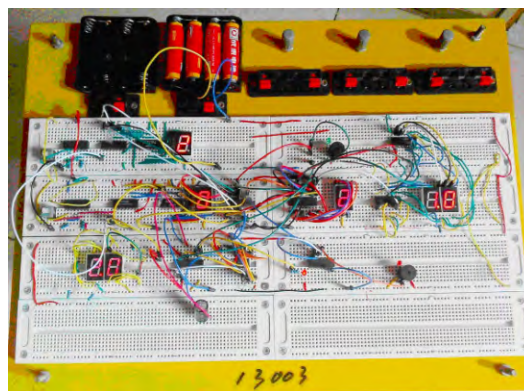


图 7 实验电路图

Fig.7 Experimental circuit diagram

4 结论

设计研究简易自动售货机的主要功能模块,如投币、出货、找零、金额不足提醒、显示模块等。通过模块化设计,使得原理图在实验验证时能更方便,电路检测也有很大的便捷性,同时可见相应模块移植到其他电路实现同样的功能。利用 74 系列数字电路芯片实现了自动售货机的基本功能,结合 Multisim 和逻辑电路的特点,很大程度上降低了设计的难度,有很强的推广性。

参考文献:

- [1] 白丽.自动售货机:第三次零售业革命[J].电子商务,2005(3):64-66.
- [2] GU H, QIAO S, TIAN J. A wireless vending machine system based on GSM[C]//Proceedings of the 6th Word Congress on Intelligent Control and Automation. Dalian, China, 2006:8501-8504.
- [3] YOKLUCHI T. Today and tomorrow of vending machine and its services in Japan[C]//International Conference on Service Systems & Service Management. Tokyo, Japan, 2010:1-5.
- [4] 董淑冷,茅红伟. PLC 在自动售货机控制系统中的应用[J].上海师范大学学报:自然科学版,2007,36(2):47-51.
- [5] 刘明扬,孙丹丹,魏学军.基于 CPLD 的自动售货机的设计与实现[J].实验室研究与探索,2014,33(11):118-121.
- [6] 陈慧. 凌阳 SPCE061A 语音功能在自动售货机中的应用研究[J]. 华东交通大学学报,2010,27(1):62-66.
- [7] 王雯隽.基于 Verilog-HDL 自动售货机的设计与实现[J].微型电脑应用.2005,21(5):19-20.
- [8] 康春雨.几种常用开关防抖电路简介[J].电子世界,2009(11):43-44.
- [9] 杨志忠,章忠全.新编常用集成电路及元器件使用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2011(2):16-52.
- [10] 张宏群.数字电子技术基础[M].北京:清华大学出版社,2014:52-56.
- [11] BINGZHANG S, SHUHUAI G. Discussion on the theory and application of 555 timer[J]. Value Engineering, 2011, 30(22): 53-54.
- [12] 王金龙,张方华,张帅.高效率准谐振 Buck 换器设计与研究[J].电工电能新技术,2014,33(4):11-15.

- [13] 桂丹. Multisim 仿真在电子技术应用中的探索[J]. 电子技术与软件工程, 2015(3): 83-85.
- [14] WANG G. Bridging the gap between textbook and real applications: A teaching methodology in digital electronics education[J]. Computer Applications in Engineering Education, 2011, 19(2): 268-279.

Control System Design and Simulation of Simple Vending Machine Based on Multisim

Chen Qiping, Zhang Wenjun, Wang Ganglin, Li Hexian, Kan Qingxiang

(School of Mechatronics Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In order to improve the convenience and reliability of simple vending machines, this study designed and developed a control system of simple vending machine. According to the characteristics of digital integrated circuit and analog integrated circuit, by use of modular design method, it designed the simulated coins selector module, display module, simulated module of delivering goods and giving change, and improved the circuit's readability and portability. Based on the analysis and research of its dynamic characteristics by Multisim platform, the circuit simulation model was built up and its function was analyzed. The simulation results were in conformity with experimental results, indicating that the control system can accurately and conveniently realize the function of simple vending machine with an efficient and convenient method.

Key words: Multisim; portability; modularization; condition

(责任编辑 姜红贵)