

基于红外遥控器的电机调速系统设计与实现

陈虹丽¹, 刘凌风¹, 夏晓靖², 王莹莹¹

(1. 哈尔滨工程大学 智能科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 上海机电工程研究所, 上海 201109)

摘 要: 针对学院开设的“创新认知与实践”(专业实践教学)课程,采用实验室开放式教学对典型案例之一“基于红外遥控器的电机调速系统的设计与实现”以 52 单片机为控制核心,红外通讯为指令传输方式,外加电机驱动、数码管显示转速等模块,实现通过遥控器按键对电机进行无线控制的功能,包括远端指令的发送及接收、电机调速等学生自行制作与开发,按学生的兴趣、能力和水平以分层递阶方式教学,首先是系统的虚拟仿真,然后实物组装、调试,解决出现的问题、对系统进行优化,最终由学生给出作品和调试结果,实现了教学要求。

关键词: 专业实践教学; 开放式; 分层递阶

中图分类号:G642.0 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2021.03.014

Design and implementation of motor speed regulation system based on infrared remote control

CHEN Hongli¹, LIU Lingfeng¹, XIA Xiaojing², WANG Yingying¹

(1. College of Intelligent Systems Science and Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China; 2. Shanghai Electro-Mechanical Engineering Institute, Shanghai 201109, China)

Abstract: For the “Innovative Cognition and Practice” (professional practice teaching) course offered by the college, open laboratory teaching is adopted. One of its typical cases “Design and Implementation of Motor Speed Regulation System Based on Infrared Remote Control” uses 52 single-chip as the control core, infrared communication as the command transmission method, plus modules such as motor drive and digital tube display speed, which can be realized through remote control buttons. The function of wireless control of the motor, including the sending and receiving of remote commands, motor speed control and other self-made and development by students, according to the students’ interest, ability and level in a hierarchical way of teaching, the first is the virtual simulation of the system, then the physical objects are assembled and debugged to solve the problems and optimize the system. Finally, the students will give the works and the results of the debugging, and the teaching requirements have been achieved.

Key words: professional practice teaching; open style; hierarchical

收稿日期:2020-11-17 修改日期:2021-04-08

作者简介:陈虹丽,博士,教授,硕士生导师,主要研究方向为自动化。E-mail:chenhongli@hrbeu.edu.cn

通讯作者:王莹莹,硕士,工程师,主要从事自动化方面的研究。E-mail:chenliuwang2020@163.com

基金项目:国家自然科学基金(项目编号:51409062);中央高校基金(项目编号:3072020CF0408);黑龙江省自然科学基金资助项目(项目编号:F2017008)。

“创新认知与实践”是面向哈尔滨工程大学智能科学与工程学院开设的一门针对大二年级第二学期所有专业学生的专业实践环节的选修课,课程总学时为 32 学时,理论讲解 4 学时,实验 28 学时^[1-2]。案例是在 2019~2020 年发生新冠疫情,学生不返校,线上远程网络授课(实验仪器有限)情况下实验教学改革的成果,并且可以为学院后续开设的“自动控制元件”实验教学等打基础。

在红外通信技术的应用场合中,直流电机经常出现^[3],如遥控赛车玩具,遥控潜水艇^[4]等。且由于人们现在对舒适生活的不断追求,需要近距离对电机进行控制的场合不断增多。而基于红外遥控的直流电机调速系统^[5]就是一个比较好的选择。

1 系统设计总原则

(1)首先完成对系统设计的总体分析(可以拆分成模块),规划出系统设计的总体思路,并就一些方案和元件的选择做出准备。

(2)设计分为硬件部分和软件部分,先硬后软。然后绘制 Proteus 原理图,进行软、硬件的虚拟仿真^[6],最后实物焊接和调试。调试采用模块化和逐级递进方式,不断调试、修正和优化,在各部分子模块没有问题后,再进行实物综合调试,在将实物调试中出现的问题解决后,最后记录结果并对其进行分析。

(3)硬件设计时,需要对软件设计进行大致思路的筹划。软件设计时,需要根据已有硬件设计来做出相应的调整,在无法调整时还需要对相关硬件设计进行修改。

2 系统的设计与实现

目的是设计一种能实现近距离无线方式对直流电机进行遥控的装置。其中,近距离无线方式由红外遥控器和红外接收装置实现,单片机为控制核心实现以红外通信作为控制媒介的电机调速系统。系统大致可分为遥控器部分和接收执行部分,遥控器部分包括按键电路、单片机最小系统电路、红外发射电路,接收执行部分包括单片机最小系统电路、红外接收电路、电机驱动电路、数码管显示电路、电机测速电路。首先需要对红外通信有初步的了解,最后系统各部分功能满足要求后,记录电机的转速情况和红外通讯情况并对其进行分析。系统框图如图 1 所示。

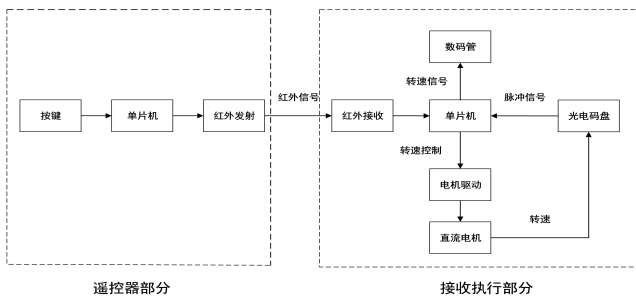


图 1 基于红外遥控器的电机调速系统框图

整个系统工作过程为:操作人员通过按键来输

入控制信息,经由单片机编码,调制,然后通过红外发射头将信号以特定红外波的方式发送出去,红外接收头接收红外信号传递给单片机,由单片机进行译码,得到需要的信息,经过运算处理作用于电机驱动电路,电机驱动电路控制电机,光电码盘将转速转化为脉冲发送给单片机,由单片机处理得到实时转速并通过数码管显示出来。

综合考虑选用低压直流小电机^[7]作为被控对象,考虑到对周围环境的抗干扰和简化电路,选用普通红外发射管和 HS0038 一体化接收头^[3]。采用 PWM 编码方式^[8]。电机驱动选择自己焊接 H 桥式电路,部分元件选型:

(1)直流电机型号:130 小马达,额定电压:3.0V,额定功率:0.75W,额定转速:8530r/min;

(2)三极管型号:SS8550,三极管结构:PNP;

(3)光电码盘采用增量式的光电式码盘(自制),材料采用铝合金,线数 9 线;

(4)按键输入电路设计为五个具有指定功能的按键(开启、加速、减速、反向加速、反向减速、停止)。

软件部分设计包括:主函数(初始化、循环、其他函数的调用)、键扫描函数、发射函数、延时函数、转速检测函数、输出函数、PWM 调制函数、红外接收函数、数码管显示函数等,转速检测函数见式(2)。

对低速时的精度没有太高要求,采用 M 法测速^[9],M 法是通过测量固定采样时间内光电编码器的输出脉冲数来实现电机转速测量的。M 法转速计算公式见式(1)。

$$v_m = \frac{m_1}{nt_s} \quad (1)$$

式中, v_m 是 M 法测得的转速, n 是码盘旋转 1 周所输出的脉冲个数, t_s 是采样时间, m_1 是采样时间内编码器输出的脉冲个数。

程序设置采样时间 t_s 等于 0.444 秒;编码器输出的脉冲个数 m_1 等于 $count$ 。代入式(1)得到式(2)。

$$v = \frac{count}{9 \times 0.444} = \frac{count}{4} (r/s) \quad (2)$$

式中, v 是计算出的转速, $count$ 是单片机在采样时间内接收到的光电编码器的输出脉冲数。原理图如图 2 所示。

3 虚拟仿真及调试

运行仿真,示波器调到 One-Shot 模式,经调试后,依次按下正向高速档、正向低速档、零速档、反向

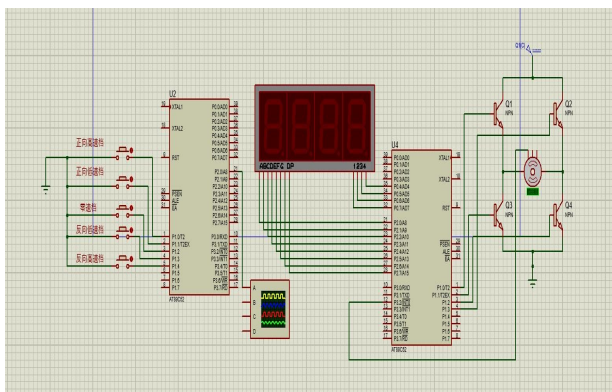


图2 虚拟仿真原理图

低速档、反向高速档按键,得到五组脉冲图形,如图3所示。图3中,横轴代表时间,纵轴代表电压。横轴上一小格代表5ms,纵轴上一小格代表2V。由图3可知,按下不同按键所产生的脉冲输出前导码一致,地址码都为‘1111 1111’,数据码分别为‘1000 0000’,‘0100 0000’,‘0010 0000’,‘0001 0000’,‘0000 1000’。

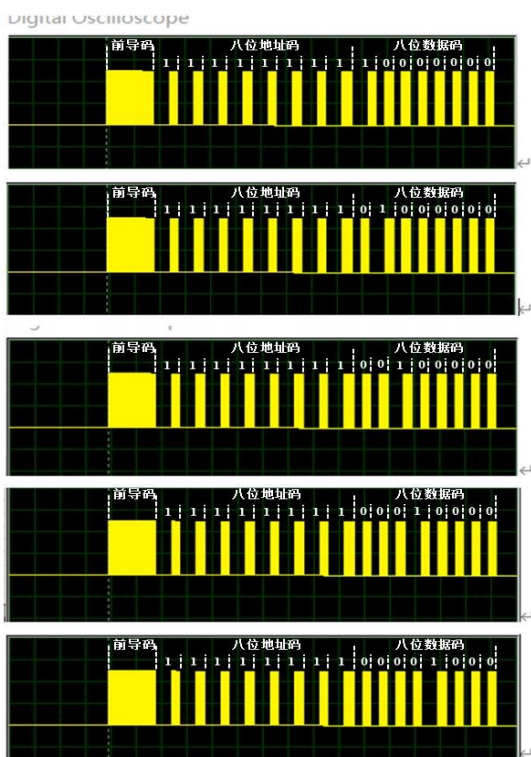


图3 虚拟仿真示波器输出波形图

仿真结果表明,38KHz载波调制正常,符合预期设计目标,遥控器程序在基于虚拟软件的遥控器电路上能正常实现功能。

4 系统调试遇到的问题及解决方案

(1) 红外通信调试异常。红外通信程序调试

时,数码管始终显示初始值‘000’。而数码管显示程序和按键电路正常,说明红外通信程序发生异常。解决过程为:首先判断是否为硬件或载波调制问题。排除硬件和载波调制后,便可知道问题在红外发射函数或接收函数上。

(2) 电机驱动程序调试时,电机不转,而驱动程序简单、错误易查,所以大胆猜测是H桥未有效导通的原因。

(3) 转速检测部分调试异常。在转速检测程序调试时,所用光电码盘为之前购买的100线制铝合金码盘。根据数码管显示转速为每秒钟2转,可以推测是光电编码器出现问题。

5 结果分析

系统接通电源后,各电源指示灯正常亮,数码管显示‘000’。按下按键后,电动机正常旋转,数码管转速显示正常,±2档对应系统工作状态如图4所示,各档位过渡正常。

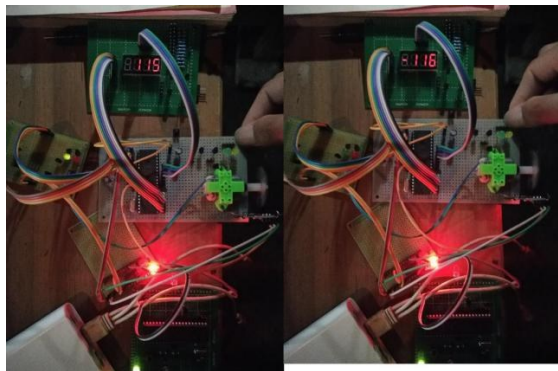


图4 基于红外遥控器的电机调速±2档对应系统工作状态图

出现的问题:

(1) 测试结果有转速波动,主要原因:电源不够稳定,电路通电后温度改变,光电码盘刻度不够均匀,程序执行时间受中断影响不够均匀等。

(2) 由于单片机程序计算不够精确等原因,显示的转速存在误差。

(3) 在调试时出现问题无非两方面,硬件(电路方面)和软件(程序方面),需仔细查明原因并修正。

红外通讯作为系统非常重要的一部分,其传输数据的成功率直接影响着系统命令执行的成功率。对红外通讯传输数据的成功率作统计计算如表1所示。根据表1中数据,可以发现红外通讯传输数据的成功率整体比较高,但也存在传输不成功的情况。影响成功率的因素有:电源质量、传输距离远近、传输路径中的遮挡情况等。在红外编码中,对8位地址码和8位数据码分别增加8位反码可以比较好的



解决这一问题。

表 1 红外通讯传输成功率统计表

档位变化	总次数(次)	正确次数(次)	成功率
+2→0	30	28	93.3%
+1→0	30	29	96.7%
-1→0	30	30	100%
-2→0	30	29	96.7%

6 结语

教学分层递接进行:

(1) 学生小组合作,完成对元器件应用的掌握和选择,通过 Proteus 进行仿真测试并对设计的软硬件进行调试和修改后,使系统得到进一步的完善,系统多种情况下的功能测试完整,测试结果良好。

(2) 在上述基础上,学生可以继续完成电子线路的实物搭建、焊接、调试以及功能作品综合设计与实现。

以红外线为远距离传输媒介,开发了一种基于红外遥控器和单片机的直流电机调速系统。在实际生产生活中,根据电压等级、电压类型和生产生活需求改变电机类型和驱动电路,就可以实现各种各样的功能了。比如加入位置传感器后,可实现遥控窗帘的构想。去掉反转,改用交流电机和驱动电路后,可实现遥控电风扇。

(上接第 56 页)

参考文献(References):

- [1] 张琦. 模拟示波器与数字示波器的比较实验研究[J]. 实验科学与技术, 2008, 6(6): 15-17.
- [2] Gang, Peng, Yuan, et al. The Development of the Digital Oscilloscope Based on FPGA[J]. 计算机科学与技术汇刊(中英文版), 2013(4): 69-76.
- [3] 段煜. 数字荧光技术在数字示波表上的实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2010.
- [4] 张晓东. 6GSPS 数字示波器关键技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
- [5] 王金玉. 基于嵌入式系统的数字示波器设计[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [6] 杨小龙. 基于 AVR 单片机的数字示波器的设计与实现[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2012.
- [7] Zhao Y., Wang J H., Li K.. Design and Implementation of Simple Digital Oscilloscope Based on STM32[J]. Advanced Materials Research, 2014(1079-1080): 1038-1041.
- [8] 李鹏. 便携式数字存储示波器的设计研究[D]. 洛阳: 河南科

技大学, 2014.

在系统各部分组装调试正常后,系统能完成如下功能:数码管显示实时转速;分别按下按键+2、+1、0、-1、-2,电机转速对应跳到 7000、4400、0、-4500、-7000(转/分)左右。满足设计要求,达到了预期目标(通过按键完成的直流电机开启、正反向、加速、减速、停止等功能)。

参考文献(References):

- [1] 吕淑平, 孙蓉, 于鑫, 等. 大学生创新实践启蒙课程"一体化"体系建设[J]. 实验技术与管理, 2014(10): 24-26, 39.
- [2] 马忠丽, 刘宏达, 吕淑平, 等. 大学生自动化技术创新中心建设探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(5): 171-174.
- [3] 黄圆志. 矿井用灭火机器人的硬件电路设计与应用[J]. 自动化与仪器仪表, 2018(5): 178-181.
- [4] P. Manimaran, M. Ganesh Madhan. Bandwidth characteristics of TWSOA based inline detector configurations for near infrared communications [J]. Optical and Quantum Electronics, 2019, 52(15): 439-447.
- [5] 王默, 潘石, 蔚敏, 等. 基于 STC89C52 的静脉输液点滴流速监控系统设计与实现[J]. 生命科学仪器, 2020, 18(2): 76-82.
- [6] 赵汝和, 李三雁. 基于 Proteus 的单片机开发课程改革探索[J]. 科教导刊(下旬), 2020(1): 117-119.
- [7] 牟淑贤, 石启军. 光电编码器在工业数控加工中的应用探析[J]. 数字技术与应用, 2019, 37(12): 6-8.
- [8] Qiang Gao, Yuchuan Zhu, Zhang Luo, et al. Investigation on adaptive pulse width modulation control for high speed on/off valve [J]. Journal of Mechanical Science and Technology, 2020, 34(20): 1711-1722.
- [9] 郑殿臣. 基于 DSP 的变 M/T 测速方法及其故障处理[J]. 微电机, 2016, 49(7): 46-49.
- [9] 张涛. 数字存储示波器 500MHz 宽带模拟通道设计[D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
- [10] 胡应坤. 基于单片机的数字函数信号发生器设计[J]. 科技风, 2013(14): 41-42.
- [11] 杨杰. 基于 ICL8038 的任意波形发生器设计与实现[J]. 电子制作, 2014(9): 3-4.
- [12] 刘晋, 牛印锁, 韩民晓, 等. 基于 Arduino 的电气工程口袋实验室研究[J]. 中国教育技术装备, 2017(22): 26-28.
- [13] D' Ausilio, Alessandro. Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment[J]. Behavior Research Methods, 2012, 44(2): 305-313.
- [14] 邢方诚, 王素珍, 宗卫华, 等. ATmega328p 的音频信号最小系统播放器设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2016, 16(6): 25-27.
- [15] 曾曼云. 基于 STM32 和 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的嵌入式数字示波器设计探究[J]. 计算机产品与流通, 2019(1): 163, 271.
- [16] 史良. LCD12864 显示模块与微处理器的接口设计[J]. 矿业安全与环保, 1999(5): 16-17, 49.