

基于无线通信技术的调频发射接收系统设计*

王瑾¹ 袁战军² 张金博²

(1. 陕西工业职业技术学院信息工程学院 咸阳 712000; 2. 陕西国际商贸学院电子工程系 咸阳 712046)

摘要:为了满足目前中短距离范围内无线调频通信的需求,提出了一种基于无线通信技术的调频发射接收系统设计方案。系统采用FM发射/接收芯片RDA5820完成了调频发射、接收功能设计,通过IIC总线实现了RDA5820与STC89C52之间的数据传输,并使用LCD液晶屏实时显示系统工作状态。实验测试表明,在87.0~108.0MHz频段范围内,该系统具有良好的音频信号发射与接收能力,其最大发射和接收距离可达800m,较好地实现了中短距离范围内的无线调频通信,并可应用于校园调频广播等领域。

关键词:调频发射接收;无线通信技术;RDA5820;IIC总线

中图分类号: TN923 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5015

Design of frequency modulation transmitting and receiving system based on wireless communication technology

Wang Jin¹ Yuan Zhanjun² Zhang Jinbo²

(1. School of Information Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China;

2. Department of Electronic Engineering, Shaanxi Institute of International Trade & Commerce, Xianyang 712046, China)

Abstract: In order to meet the needs of wireless FM communication in the middle and short distance, a design scheme of frequency modulation transmitting and receiving system based on wireless communication technology is proposed. This system achieves the functional design of FM transmitting and receiving by using RDA5820 chip, and realizes the data transmission between RDA5820 and STC89C52 based on the IIC bus. The system working state is displayed in real time through LCD screen. The experimental results show that the system has good performance of transmitting and receiving audio signals in the range of 87.0MHz to 108.0MHz, and its maximum transmitting and receiving distance is up to 800 meters, which well achieves the wireless FM communication in the middle and short distance. This system can be applied to the campus FM broadcasting and other fields.

Keywords: frequency modulation transmitting and receiving; wireless communication technology; RDA5820; IIC bus

0 引言

目前,国内外调频通信技术的研究主要集中在电台、收音机、手机和MP3等电子产品上,虽然该类产品种类繁多,但大多只有单一功能,例如收音机只有收音功能,电台只有发送功能,都不能同时满足中短距离范围内音频信号的发射与接收要求^[1-2]。随着电子技术、计算机技术的快速发展,无线通信技术以其速率快、功耗低和安全性高等优点被广泛应用于无线通信、自动控制、遥控遥测、仪器仪表和家用电器等领域^[3]。

为了满足中短距离范围内无线调频通信的需求,本文

以STC89C52单片机为核心,采用无线通信技术实现了调频发射接收系统的设计;使用RDA5820芯片进行了调频发射接收电路设计,采用IIC总线技术实现了RDA5820与STC89C52之间的数据通信;并详细介绍了系统的软、硬件设计方法和实验测试结果。

1 系统总体结构

基于无线通信技术的调频发射接收系统的结构框图如图1所示。该系统主要包括:单片机最小系统电路、FM发射/接收电路、LCD显示电路、无线遥控电路、音频输出电路、语音采集电路等几部分。

收稿日期:2017-04

* 基金项目:咸阳市科学技术研究计划(2016k02-06)项目资助

FM发射/接收电路主要用于实现对音频信号的处理,其调频发射部分电路的功能是将音频信号加载到所设定频率的载波上并从天线发射出去,当接收设备的频率调至系统所设定的发射频率时,即可接收到该音频信号,而调频接收部分电路用于接收音频信号^[4-5];LCD显示电路

用于实时显示系统工作状态;无线遥控电路用于实现对系统工作模式及工作频率的设置;音频输出电路用于实现对音频信号的信号调理和输出;语音采集电路用于对外部声音信号的实时采集、录音或发送。

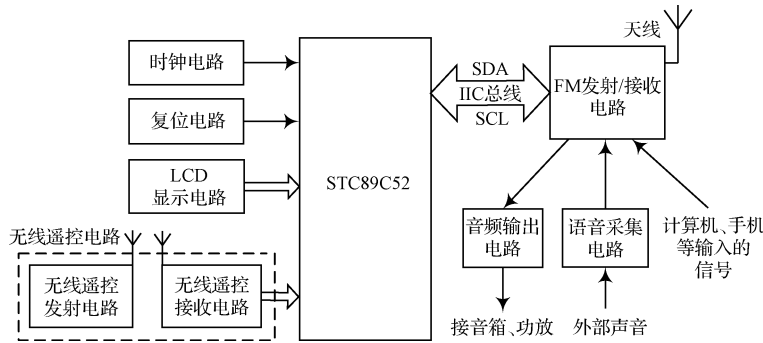


图1 调频发射接收系统的结构框图

2 系统硬件设计

2.1 LCD显示电路

LCD显示电路主要用于显示当前系统的工作模式和频率。由于字符型液晶显示模块LCD1602具有功耗低、体积小、静态画面好等优点,因此系统采用该模块进行显示电路的设计,具体电路如图2所示^[6-7]。

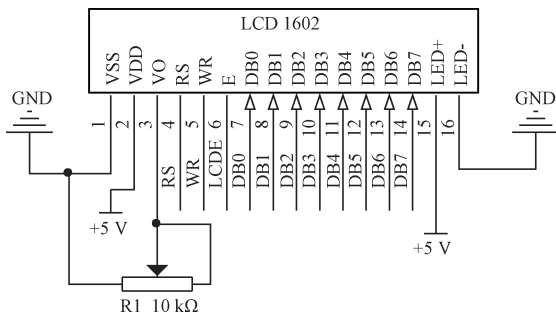


图2 LCD显示电路

图2中,LCD1602的第3脚VO和10 kΩ电位器R1相连,用于调节液晶显示器的对比度;第4脚RS与单片机P2.0脚相连,当其输入高电平时选择数据寄存器,输入低电平时选择指令寄存器;第5脚WR与单片机P2.1脚相连,高电平时执行读操作,低电平时执行写操作;第6脚E与单片机P2.2脚相连接,当给E端输入高电平、下降沿信号时,液晶模块分别进行读取信息或执行指令等操作;LCD1602的DB0~DB7端与单片机P0口相连,作为数据输入口;LED+、LED-分别为背光源的正负极^[8]。

2.2 语音采集电路

系统可采集来自多种途径的音频输入信号,如计算机、手机等多媒体设备,也可实时采集外部声音并发射。由于美国ISD公司的ISD1820芯片内含128 KB EEPROM、前置放大器和自动增益控制电路等,具有录放音方便、噪声消除彻底和音质效果佳等优点,系统采用该芯片进行了语音采集电路设计,电路如图3所示。

当K1键保持按下状态时,系统开始录音;所录声音由

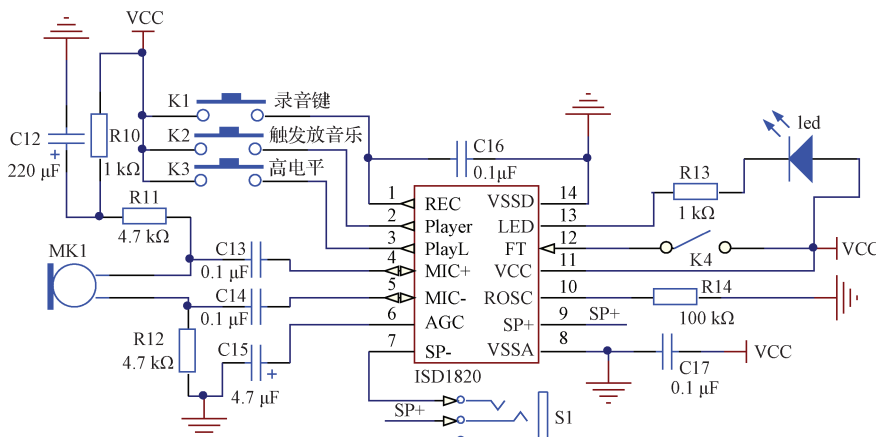


图3 音频采集电路

极驻体话筒输入,经电容 C13、C14 滤波后以差分形式送入 ISD1820 的 MIC+、MIC-端,差分电路可减小噪声,提高共模抑制比;录音完后,松开 K1 键。当按下 K2 键并松开,系统进行触发放音;所采集到的音频信号由 ISD1820 的 SP+、SP-端输出,此时可外接功放进行放音,也可直接将音频信号送给调频发射电路进行发射。当闭合 K4 键,设置电路工作在直通模式下,可将话筒采集到的声音进行

实时播放或发送。

2.3 调频发射/接收电路

RDA5820 是一款单芯片的调频广播收发器,集发射、接收功能于一体,采用 CMOS 制造工艺,支持多个外部接口,因此使用该芯片进行调频发射/接收电路的设计。下面以调频发射电路设计为例进行介绍,其电路如图 4 所示。

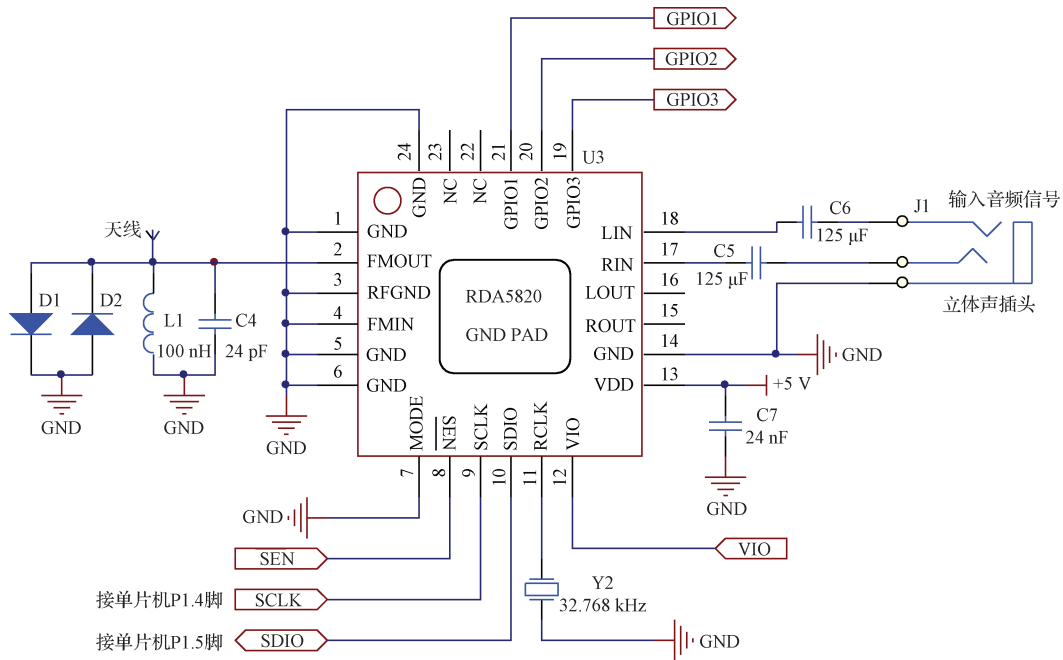


图 4 调频发射电路

图 4 中,插头 J1 为音频信号输入端口,它既可用于采集来自计算机、手机等设备的音频信号,也可和音频采集电路的 S1 端相连用于采集外部声音。该电路工作过程如下:首先,采集到的音频信号经电容 C5、C6 滤波后由 LIN、RIN 引脚送入 RDA5820;接着,该音频信号在片内经 FPGA 放大、高速 ADC 处理后转换成数字信号并送入数字频率合成器;然后,将合成后的调制信号送入压控振荡器 VCO 中进行频率调制;最后,将调制好的高频信号送入功率放大器中,经放大处理后的信号由 FMOUT 引脚输出并用天线发射出去^[9-11]。同时,电路设计时将 RDA5820 的 MODE 脚接地,且 RDA5820 的 SCLK、SDIO 引脚分别与 STC89C52 的 P1.4、P1.5 引脚相接,使 STC89C52 和 RDA5820 之间采用 IIC 总线方式通信。

3 系统软件设计

3.1 主程序

主程序流程如图 5 所示。其功能如下:首先,调用初始化子程序,对系统所用模块和变量进行初始化;其次,调用 LCD 显示子程序显示系统当前工作状态(开机时,系统默认工作于接收模式,工作频率 87.0 MHz);接着,调用按

键扫描子程序检测无线遥控电路是否有键按下;当无键按下时,循环等待;当有键按下时,根据按键为“A、B、C、D”分别调用发射模式处理函数、接收模式处理函数、加频处理函数、减频处理函数,并给 FM_WriteReg(uchar Addr, uint dat) 函数赋实参(0×40,0×0001)(对应发射模式)、(0×40,0×0000)(对应接收模式),或给频率调整变量 Freq 的值加、减 0×0001;然后,调用虚拟 IIC 子程序,将所设置数据写入 RDA5820 相应的控制寄存器中,实现调频发射/接收电路工作模式及频率的设置;最后,根据设置情况完成音频信号的发射或接收。

3.2 虚拟 IIC 子程序

虚拟 IIC 子程序主要用于控制 STC89C52 单片机与 RDA5820 之间的数据通信,实现对调频发射/接收电路工作模式及频率的设置^[12]。由于 STC89C52 无专用的 IIC 接口,因此在 IIC 子程序设计时,采用了虚拟 IIC 时序法,即通过控制 STC89C52 的 P1.4、P1.5 脚按 IIC 时序输出信号并改变 RDA5820 的 SCLK、SDIO 引脚状态,实现数据传输。在 IIC 总线通信时,所发送的信息包括:启动信号、地址码、数据字节、应答信号和停止信号^[13-14]。本系统的虚拟 IIC 子程序流程如图 6 所示。

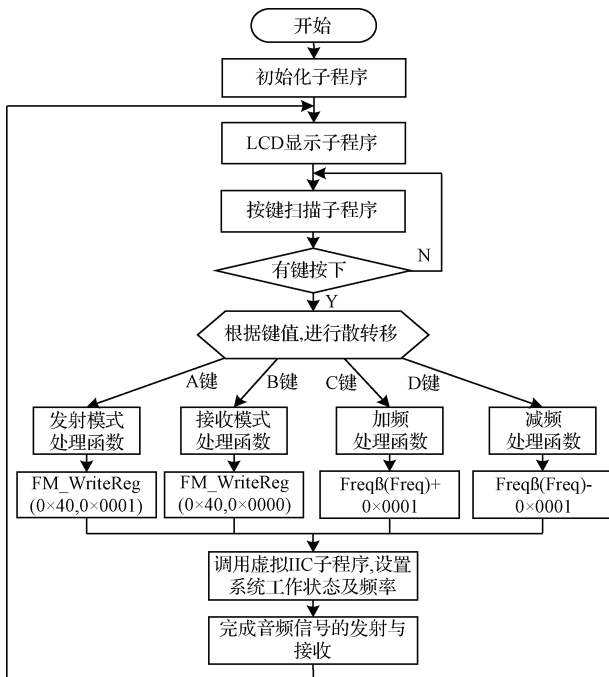


图5 主程序流程

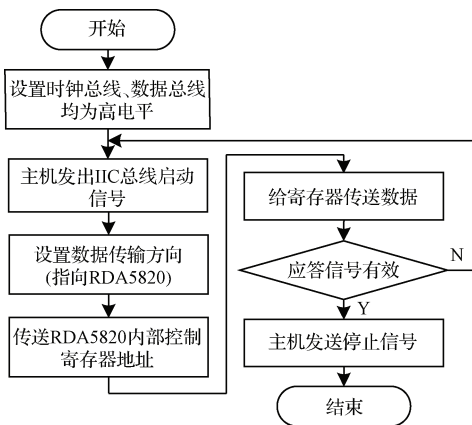


图6 虚拟IIC子程序流程

其功能如下：首先，设置时钟总线、数据总线均为高电平（即 SCLK=1、SDIO=1），使 IIC 总线处于空闲状态；其次，主机使时钟总线 SCLK 保持高电平，数据总线 SDIO 产生负跳变，发出 IIC 总线启动信号；接着，设置数据传输方向由 STC89C52 指向 RDA5820；最后，传送 RDA5820 内部控制寄存器地址，并由发送器给该寄存器传送数据，每当发送完一个字节数据后，由接收器反馈一个应答信号；当应答信号有效时（低电平），主控器发出停止信号并结束；否则，当应答信号无效时，表明数据发送失败，主机将再次发送该数据^[15]。

4 系统测试

为了验证所设计系统的性能，对该系统进行接收模式测试和发射模式测试。

4.1 接收模式测试

当把系统的工作状态设置成接收模式时，并在 87.0~108.0 MHz 频段范围内连续调节系统接收信号的频率时，均能正常收听该频段范围内各广播电台发射的音频信号，并且声音失真小、清晰度高，几乎不受外界环境的干扰。

4.2 发射模式测试

所设计系统的调频发射功率为 3 W，在进行发射模式测试时，先在 87.0~108.0 MHz 范围内设定系统发射频率，再将计算机输出的音乐（音频信号）经系统调制后发射；然后，用一台 DS2100Q 多功能场强仪（其测试精度为 ±1.5 dB），每隔 50 m 对所发送信号的场强进行一次测试，测试数据曲线如图 7 所示。图中横轴表示场强仪与系统之间的距离（m），纵轴表示所测得的场强强度（dB）。

由图 7 可知，当距离为 0 m 时，场强强度的最大值为 90 dB；随着距离的增大，所测信号的场强强度逐渐减小；直到距离超过 800 m 后，场强强度小于 30 dB。同时，使用一台调频收音机（调频接收机）来接收系统所发射的音乐，结果表明当收音机距离系统较近时，接收到的声音信号非常清晰；当距离增大时，音乐信号逐渐减弱；当距离超过 800 m 后，信号才变得非常微弱。

测试结果表明：在 87.0~108.0 MHz 频段范围内，该系统具有良好的音频信号发射与接收能力，其最大发射和接收距离可达 800 m，较好地实现了中短距离范围内的无线调频通信。同时，目前已将该系统应用到了我校校园调频广播系统中，并取得了较好的使用效果。

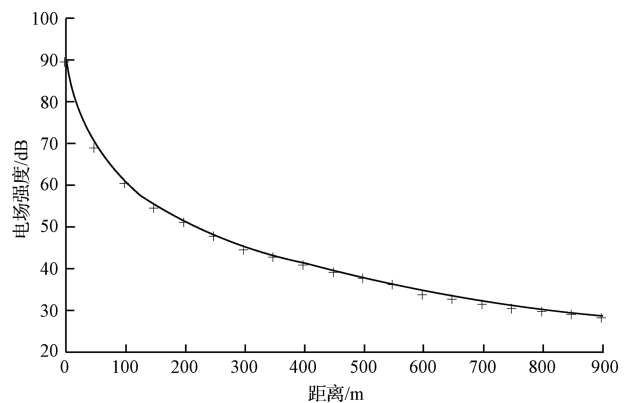


图7 电场强度与空间距离之间的关系曲线

5 结论

本文主要研究了一种基于无线通信技术的调频发射接收系统。系统以 STC89C52 单片机为核心，使用 FM 发射/接收芯片 RDA5820 进行了调频发射接收电路的设计；利用 IIC 总线技术实现了 RDA5820 与 STC89C52 之间的数据通信，采用 LCD 液晶屏实时显示了系统工作状态。实验测试结果表明：本系统具有良好的音频信号发射与接收能力，较好地满足了中短距离范围内无线调频通信的要

求。同时,系统还具有结构简单、通信可靠性高、声音失真小等优点,具有一定的实用价值。

参考文献

- [1] 许文林. 基于 Sub-GHz 无线通信技术的低中频接收机设计[D]. 杭州:浙江大学,2015.
- [2] 范文斯路,吴乐南. 复合调制 AM 广播接收机的 DL-SAE 码元判决法[J]. 电子测量与仪器学报,2016,30(10):1490-1496.
- [3] 谭旭,刘毅,邱田华. 无线电测试仪器自动计量软件设计与实现[J]. 国外电子测量技术,2016,35(10):5-10.
- [4] 何存富,闫天婷,宋国荣,等. 微带贴片天线应变传感器优化设计研究[J]. 仪器仪表学报,2017,38(2):361-367.
- [5] 杨光义,闫燕莺,熊颢,等. 锁相环调频发射接收系统[J]. 实验技术与管理,2014,31(10):123-127.
- [6] 陈建军,窦亮,章鹏,等. 基于 FPGA 的 LCD 显示控制器的设计[J]. 光电子技术,2015,35(4):277-282.
- [7] 王瑾,袁战军. 虚拟仿真技术在单片机课程教学中的应用[J]. 电子设计工程,2016,24(1):45-47.
- [8] 王庆春,何晓燕,崔智军. 基于 FPGA 的多功能 LCD 显示控制器设计[J]. 电子设计工程,2012,20(23):150-152.
- [9] 李祺,秦红磊. 卫星导航接收机通用射频前端设计及实现[J]. 电子测量技术,2017,40(2):73-76.
- [10] 冷朋,赵浩. 微波功率测量中的小信号检测[J]. 国外电子测量技术,2017,36(3):67-69.
- [11] 钱启龙,郑红哲,丁清槐. 100kW 调频发射系统设计与实践[J]. 电声技术,2012,36(6):72-78.
- [12] 王晓峰,王素香,武晓威,等. 基于 STC12LE5A16S2 和 RDA5820 的校园调频无线广播系统的设计[J]. 电力学报,2013,28(5):433-437.
- [13] 王红亮,刘伟,何少恒,等. IIC 总线和 LVDS 在高速数据传输接口电路中的应用研究[J]. 计算机测量与控制,2016,24(7):181-182.
- [14] 梁泽雨,潘晴,钟小芸. 基于 FPGA 的 IIC 测试系统的研究与实现[J]. 制造业自动化,2015,37(8):61-64.
- [15] 毛建华,魏巍. IIC 总线主发主收模式运用[J]. 西安邮电大学学报,2013,18(3):38-41.

作者简介

王瑾,1974 年出生,副教授,硕士。主要研究方向为计算机控制机控制及电子信息。
E-mail:wj740313@163.com