

低功耗刷卡器的设计*

刘颖 王敏 文渊 徐辉 万文杰

(成都理工大学核技术与自动化工程学院 成都 610059)

摘要: 现有刷卡系统的静态电流和读取数据时的最大电流都较大,这在一定程度上限制了其应用范围。为了使刷卡系统得到更广泛地应用,必须降低功耗,故设计了一款具有低功耗的刷卡电路,该电路采用合泰单片机作为解码和控制芯片,利用 125 kHz 的载波信号,完成寻卡和刷卡。经过实验验证,射频读卡电路的静态电流大约为 $5 \mu\text{A}$,在寻卡和读卡信息时的最大电流为 8 mA,远远低于现有刷卡器 1 mA 的静态电流和 15 mA 的最大电流。因此,该读卡器的设计达到了降低功耗的预期目标,避免了原读卡器经常更换供电电池的不便,特别适用于户外场所。

关键词: MC9S12XS128;Manchester 码;RFID 读卡器;EM4100 ID 卡

中图分类号: TP303.3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.10

Design of low power card reader

Liu Ying Wang Min Wen Yuan Xu Hui Wan Wenjie

(College of applied nuclear technology and automation engineering Chengdu university of technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: For the existing card reader system, operating current, to some extent, is too high to use widely. To solve this problem, it is crucial to reduce the power consumption of the system. The system in this article is designed with low power consumption card reader circuit, using Holtek MCU as decoding and controlling chip, using the carrier signal of 125 kHz to finish card searching and card reading. Experimental data show that, quiescent current of the low power consumption system is approximately $5 \mu\text{A}$, and maximum current at the time of card reading is 8 mA, which is much lower than the 1 mA quiescent current and the 15mA maximum current of the existing card reader system. Therefore, the system achieves the expected goal of reducing power consumption, and avoids replacing battery frequently. It is appropriate in the field.

Keywords: MC9S12XS128;Manchester code;RFID reader;EM4100 ID card

0 引言

射频识别(radio frequency identification, RFID)利用的传输手段是感应、电磁场或电磁波。可以实现一种自动识别技术并获取相关数据,实现双向非接触式的通信。在 21 世纪数字化时期,随着信息方面的社会需求,特别是在远程信息化和移动商务等领域,RFID 技术将会发挥巨大的作用,也将会成为一个新的经济增长点。

因此,RFID 技术的研究开发,将会带来极大的经济效益,和一定的社会意义^[1-6]。

非接触是射频识别最大的优点,无须人工干预也可以完成识别工作,特别适合识别高速运动物体,或者需要同时识别多个射频卡。RFID 技术方便快捷的操作,便于实现自动化并且物体不易被损坏。目前,许多人工完成的工作程序都准备用射频识别技术接替,可见该技术已经广泛

使用。

RFID 技术是一个多学科综合的新兴学科^[7-8],它既包含了射频技术,也涵盖密码学、通信原理和半导体集成电路技术。能够广泛应用于需要收集和处理数据的应用领域,如:生产、物流、交通、运输、医疗、防伪、跟踪、设备和资产管理等,或者会代替条形码标签。因此,研究 RFID 技术具有深远的理论意义。

但是,现有的射频读卡器大多功耗都较高^[9-14],造成在无市电供电场合应用时,将需要频繁更换电池,为用户带来不便。

1 系统描述

RFID 的典型系统组成由 RFID 标签、读写器以及计算机系统部分。其中,RFID 标签保存的编码数据具有约定格式以识别带有标签的物体。RFID 技术因非直接接

收稿日期:2017-04

* 基金项目:国家自然科学基金(41404108)、成都市惠民工程(2014-HM01-001210-SF)资助项目

触、非光学可视、非人工干预,可方便快捷的完成信息输入和处理^[7-8]。这与其他传统的识别方式相比具有一定的优势。

RFID 读卡器系统结构如图 1 所示。该读卡器的工作原理是单片机输出寻卡信号并通过天线发射出去,单片机根据返回的寻卡信号,判断是否检测到射频卡;若检测到射频卡,单片机输出载波信号并通过天线发射出去,检波电路从返回的载波信号还原出有用信号,滤波放大电路对有用信号进行整形放大,单片机对整形放大后的有用信号进行解码,而得到射频卡的编码数据,实现无线通信。同时,系统根据单片机的逻辑运算,判断 RFID 标签的合法性,并根据不同设定做出相应的控制和处理,发出不同的指令信号。RFID 标签数据解调部分工作是从接收到的射频脉冲中解调出数据并送到控制逻辑,控制逻辑接收指令完成后续的操作如:存储、发送数据等。该系统优化了常用的接触式识别系统,采用 125 MHz 的射频信号以无线方式传送数据信息,因此,可以实现识别卡不与读卡机接触就能读写数据资料^[15]。

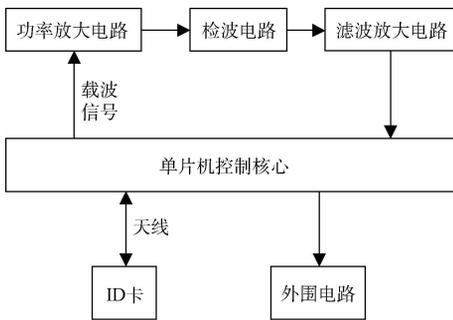


图 1 RFID 系统结构

2 电路设计

2.1 125 kHz 方波发生电路设计

125 kHz 方波可以采用模拟和数字两种方式产生。采用模拟方式产生占空比为 50%,频率为 125 kHz 的方波可以用 555 定时器。采用载波方式发射的原理是利用 125 kHz 方波让 RLC 并联发生谐振,从而发送载波信号。由于 555 定时器产生的方波,其频率受电压影响,稳定性不好,会影响发送的载波信号。编写 MC9X12XS128 单片机程序,通过该单片机的 I/O 口输出方波,频率为 125 kHz,占空比为 50%。通过这种硬件电路产生的方波,其方波输出频率不受输出电压影响。方案简单,易于实现,但是增加了程序的复杂性。

2.2 功率放大与检波电路设计

功率放大与检波电路如图 2 所示,其工作原理是标准 125 kHz 载波信号由单片机的 I/O 口产生,通过电阻 R_{10} 限流后,送入功率放大电路,该电路是三极管推挽式连接实现

的,最后,有放大后的天线将载波信号发射出去。读卡距离与天线上获得的电流以及电流产生最大的磁通量有着密不可分的关系。因此,该电路设计了电容与天线构成串联谐振电路,谐振频率为 125 kHz,该电路可以获得最大的感应电流,从而得到更大的读卡距离。

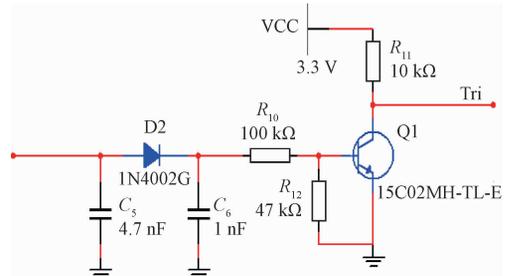


图 2 功率放大与检波电路

2.3 滤波放大电路

滤波放大电路原理如图 3 所示,该电路采用集成运放 LM358 作为滤波放大电路,实现对检波后的信号进行滤波整形及放大,放大后的信号送入单片机,由单片机对其进行解码,从而获取 ID 卡的信息。

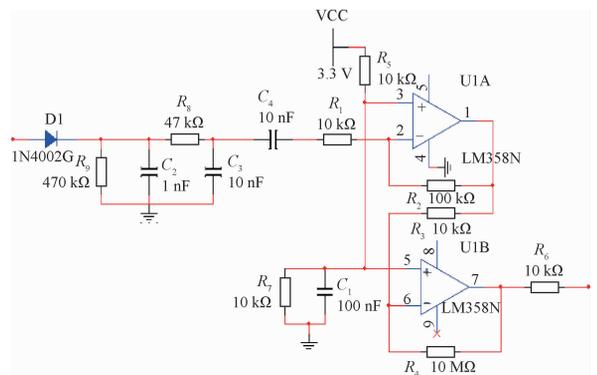


图 3 滤波放大电路

2.4 系统供电电源设计

系统电源模块提供 5 V 电压,为功率放大与检波电路、控制系统、滤波放大电路使用。常用的电源有开关型稳压电源(LM2575、LM2596 等)和串联型线性稳压电源(7805、LM2940 等)两大类。前者具有功耗小,效率高的优点,但是电路却比较复杂,电路的纹波大;后者纹波小、电路结构简单,但效率较低,功耗大。供电电源原理如图 4 所示,选用 LM2940-5 单独对单片机进行供电,是由于 LM2940 的稳压的线性度非常好,对于需要提供稳定的 5 V 电源的单片机而言。

2.5 控制电路设计

控制电路原理图如图 6 所示,该电路单片机采用合泰的 SC51P0304,利用单片机 I/O 口捕捉由滤波放大电路送过来的曼彻斯特码,通过软件解码单片机捕捉到曼彻斯特

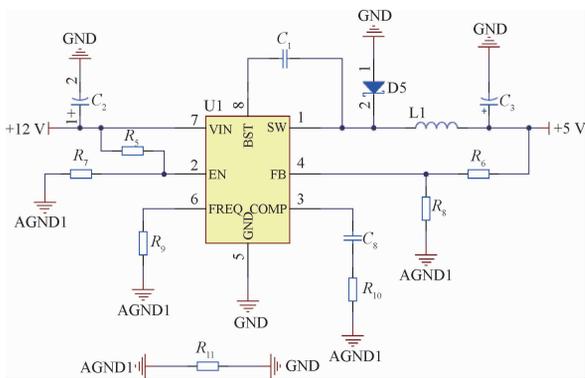


图 4 12~5 V 电源模块

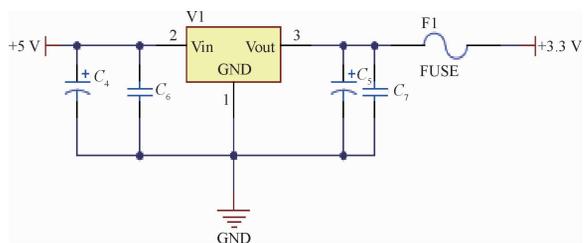


图 5 5~3.3 V 电源模块

编码,以获取 64 位卡内信息,再通过软件滤除不必要的信息,最终得到 8 位十进制编码的卡号信息,最后通过 LCD1602 显示读取的卡号。

3 软件设计

系统软件设计的原理是单片机输出寻卡信号并通过天线发射出去,单片机根据返回的寻卡信号,判断是否检测到射频卡;若检测到射频卡,单片机输出载波信号并通过天线发射出去,单片机对滤波放大电路放大后的有用信号进行解码,得到射频卡的编码数据。因此,该系统中只有在通过寻卡信号检测到射频卡时,才发送载波信号,从而使功耗降低。

本系统采用的寻卡信号和载波信号的频率均为 125 kHz,单片机每秒发出 4 次寻卡信号。在检测到射频卡后,发出 125 kHz 的载波信号,持续 0.25 s,完成读卡后立即恢复低功耗的寻卡模式。

4 实验测试

电路设计完成后,对本系统的功能和功耗进行了测试。该系统的刷卡灵敏度与现有读卡器一致,刷卡距离 5~10 cm。通过功耗测试发现,本系统在仅发送寻卡信号且未检测到射频卡时,射频读卡电路的静态电流大约为 $5 \mu\text{A}$,检测到射频卡且读取射频卡数据时的最大电流为 8 mA。而现有的读卡器在寻卡时的静态电流大约为 1 mA,在读取射频卡数据时的最大电流大约为 15 mA。因此,本设计达到了降低功耗的要求。

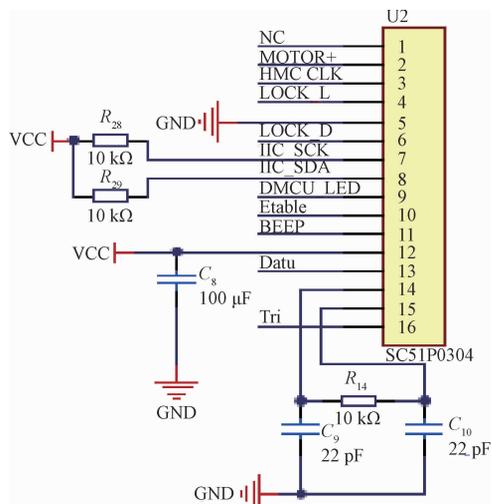


图 6 低功耗单片机电路

5 结论

本文设计了 125 kHz 的 RFID 读卡器,详细介绍了该读卡器的电路和工作原理,同时介绍了系统的整体软件设计。通过实验测试以及与现有读卡器的对比,证明本设计在刷卡灵敏度和刷卡距离方面均正常,但是整机功耗有了大幅度的下降,达到了设计的初衷。因此,本设计提高了 RFID 系统的性能,对其他便携式设备的设计也有着一定的参考意义。

参考文献

- [1] 张利,袁猛,卫星. RFID 多碰撞位联合锁位动态可调整算法研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27(8): 773-780.
- [2] 李宏伟,何源,赵宗宁. 基于 RFID 的弹药集装化保障管理系统设计与实现[J]. 现代电子技术, 2013, 36(22): 60-66.
- [3] 余开,何怡刚,李兵,等. 无源超高频 RFID 系统链路预算分析[J]. 仪器仪表学报, 2010, 31(5): 974-977.
- [4] 盘其华,陆耿,石宗英,等. 一种准全向超声收发装置[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(10): 2238-2243.
- [5] 彭映成,钱海,曹龙,等. 一种高精度超声测距系统设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(10): 16-18.
- [6] 曹娜,李锐. 基于解码芯片的无线能源唤醒模块设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(9): 951-956.
- [7] 张慧敏, 915 MHz 超高频 RFID 阅读器射频前端电路设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(6): 82-86.
- [8] 敖华,陈渊睿,骆祖国. 基于 AVR 单片机的 125 kHz 简易 RFID 阅读器设计[J]. 现代电子技术, 2010, 48(7): 111-114.
- [9] 吴彦文,张海峰,刘淑伟,等. 低功耗便携式运动能耗检测系统的设计与研究[J]. 电子测量技术, 2014,

- 37(9):11-14.
- [10] 余瑞施,苗澎,伊晓伟,等.一种低功耗有源射频识别系统的设计[J].现代雷达,2012,34(12):12-16.
- [11] 龚冰青,王媛媛.低功耗射频触发唤醒电路设计[J].电子科技,2013,26(10):151-155.
- [12] 朱海洋,张合,马少杰.低功耗声/超声复合传感器节点设计[J].仪器仪表学报,2014,35(10):2224-2230.
- [13] 王永超,郭瑞,包贵浩,等.低功耗有源RFID标签设计与实现[J].电子测量技术,2010,33(7):30-33.
- [14] 邓芳明,何怡刚,张朝龙,等.低功耗全数字电容式传感器接口电路设计[J].仪器仪表学报,2014,35(5):994-998.
- [15] 彭康,徐闯,余洪江,等.远程识别中多标签防冲突算法的改进[J].电子测量与仪器学报,2011,25(6):558-561.

作者简介

刘颖,1992年出生,硕士研究生,主要从事测控技术与仪器仪表方面的研究。

E-mail:466839086@qq.com