

# 无线射频识别装置的设计

王利恒,王祥力,陈 荡,夏寅力

(武汉工程大学电气信息学院,湖北 武汉 430205)

**摘 要:**为了提高超市商品的识别效率,针对超市中不能自动快速识别多个条形码的问题,采用电子标签来代替条形码,设计了一种无线射频识别装置.通过无线射频识别通道、阅读器勘误(中间层)以及自动计费系统来实现超市中商品自动识别的功能.以凌阳 61 单片机作为主控器,配合常用编码解码芯片 PT2262/2272 实现阅读器对应答器的识别,编码数据的收发控制,以及信息的存储读写功能;采用模拟开关 TS5A3166 完成负载调制;使用变压器耦合方式较好地实现了应答器和阅读器之间的数据传输和能量交换.该无线识别装置实现了阅读器对应答器预置信息的识别,实现了较远距离的无线能量传输和极低误码率的二进制数码传输,及对应答器存储芯片的读写以及存储器内容显示的功能.结果表明:每 250 ms 便可从射频标签中读出商品的相关数据,误码率极低,阅读器的收发距离大于 20 cm.

**关键词:**电子标签;无线射频识别;耦合

**中图分类号:** TN98

**文献标识码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.1674-2869.2013.01.014

## 0 引 言

无线射频识别装置(Radio Frequency Identification Devices,以下简称:RFID)亦称电子标签,是一种非接触式的自动识别技术,它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据<sup>[1]</sup>.无线射频识别是一种通信技术,已广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域<sup>[2]</sup>.射频识别系统一般由阅读器(Reader)、应答器及应用软件系统三个部分组成<sup>[3]</sup>.笔者设计了一种识别商品电子标签的装置,解决了超市中条形码不能自动读取、识别多个标签,对数据完整性要求较高且安全性和保密性有所欠缺的难题.

无线射频识别系统主要由阅读器、天线、标签、相关硬件和软件组成.在磁场范围内,标签接收阅读器发出的射频信号,主动发送某一频率的信号或者被动发送出存储在芯片中的产品信息,阅读器读取信息并解码后,送至中央信息系统进行相关数据处理.RFID卡本身是无源体,当阅读器对卡进行读写操作时,阅读器发出的信号由两部分叠加组成:一部分是电源信号,该信号由卡接收后,与其本身的 L/C 电路产生谐振,产生一个瞬间能量来供给芯片工作;一部分是数据信号,指挥芯片完成数据的读取、修改、存储等,并返回给阅读器<sup>[4]</sup>.

## 1 系统功能及组成框图

本设计制作一套无线识别装置,该装置由阅读器、应答器和耦合线圈组成<sup>[5]</sup>,其方框图见图 1.

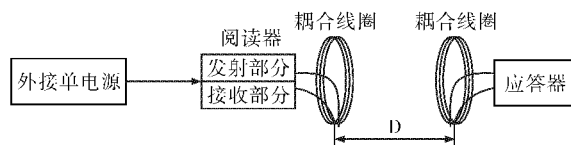


图 1 无线识别装置方框图

Fig. 1 Wireless identification device block diagram

阅读器能识别应答器的有无、编码和存储信息,阅读器外接单电源,由发射部分和接收部分组成;应答器所需电源能量全部从耦合线圈获得,不需要外接电源供电.阅读器通过亮灭 LED 灯显示应答器上预置的 4 位二进制编码,显示正确率  $\geq 80\%$ ,响应时间  $\leq 5$  s,耦合线圈间距  $D \geq 10$  cm.系统的整体模块框图如图 2 所示.

## 2 系统设计与硬件电路

### 2.1 阅读器电路设计

阅读器可分为发射和接收两部分.发射部分主要包括载波发生、调制及驱动电路、滤波及功率放大电路,接收部分主要是接收解调电路,包括检波、放大整形及解码电路.

收稿日期:2012-11-06

基金项目:国家自然科学基金项目(61271363)

作者简介:王利恒(1973-),男,湖北武穴人,副教授,博士.研究方向:检测技术及智能仪器仪表.



2.1.3 接收解调电路 应答器采用的是负载调制,在接收电路中只需要经过检波、放大、比较整形、解码即可还原出应答器的数字信号<sup>[7]</sup>,最后进入比较器整形及解码还原原来的数字信号。

检波部分采用倍压检波电路,这种电路输入的灵敏度高,非常适合于解调负载调制在发射端引起的微小变化,如图 5 所示。

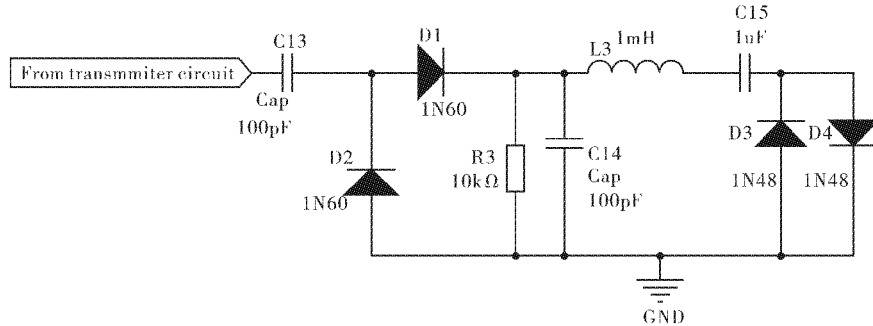


图 5 检波电路

Fig. 5 Detecting circuit

由于发射功率比较大,检波后的信号包含非常大的直流分量,因此,采用一个 LC 串联回路来

滤除直流分量和高频分量,然后送往由运放构成的放大器,如图 6 所示。

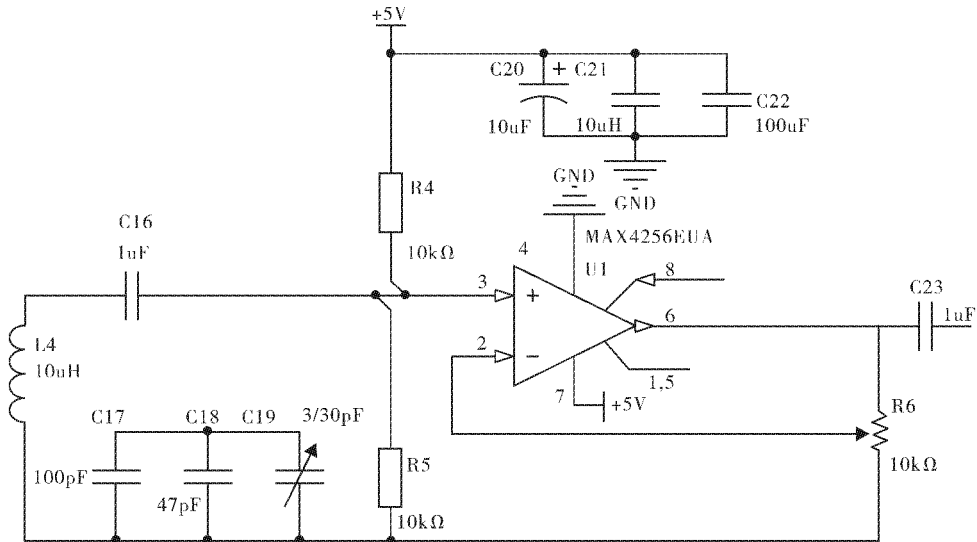


图 6 比较整形放大电路

Fig. 6 Comparative plastic amplifying circuit

放大后的信号经过 MAX291CPA 芯片滤波 解码,还原数字信号,如图 7 所示。后与给定参考电压比较,再送给解码芯片 PT2272

解码,还原数字信号,如图 7 所示。

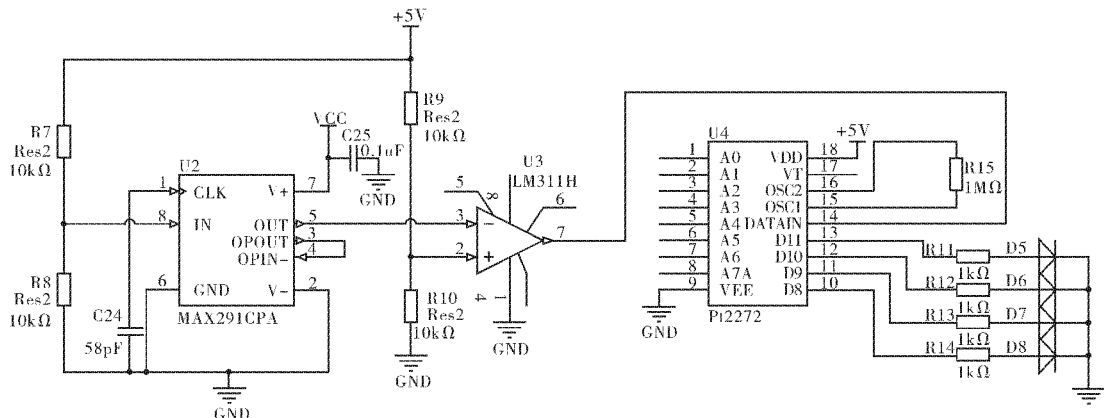


图 7 解码电路

Fig. 7 Decoding circuit

## 2.2 应答器电路设计

应答器由整流、负载调制及编码电路组成。应答器不需要外接电源,所有能量都是通过耦合线圈得到的。为了实现应答器所需电源能量全部从

耦合线圈获得,需要首先对耦合线圈上的能量进行提取<sup>[7]</sup>,采用简单的二极管整流桥来提供电源,整流后通过 5 V 的稳压管稳压输出 5 V 电源,来供应应答器上的编码芯片和模拟开关,如图 8 所示。

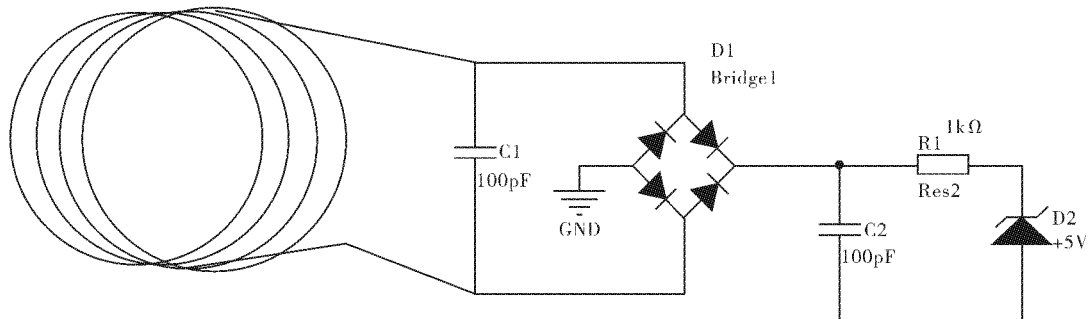


图 8 应答器电源电路

Fig. 8 Transponder power supply circuit

负载调制部分通过模拟开关 TS5A3166 实现,TS5A3166 的带宽为 300 MHz,导通电阻为  $0.9\ \Omega$ ,在 1 MHz 时的关断衰减为 64 dB,将编码后的数据直接接到模拟开关的控制口,来控制开关的导通和关断。由于模拟开关导通时电阻很小,

相当于线圈短路,此时应答器耦合到阅读器端的线圈上的幅度将变小;模拟开关关断时,相当于开路,此时耦合到阅读器端线圈的信号幅度会发生变化,从而实现负载调制<sup>[8]</sup>,如图 9 所示。

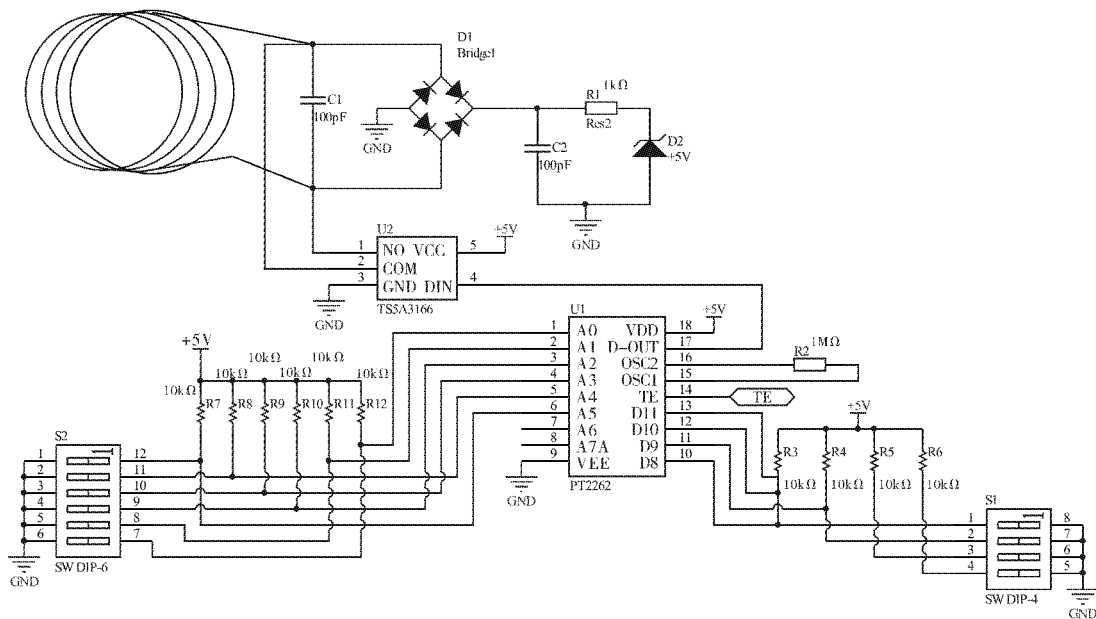


图 9 负载调制及编码电路

Fig. 9 Load modulation and coding circuit

## 3 软件设计

应答器控制电路的工作主要由软件完成,首先应答器从耦合线圈得电后,使用凌阳 61 单片机进行初始化,屏蔽接收中断,为发送数据做一系列准备工作。数据的接收采用中断方式,在中断服务子程序中主要采用循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check, 以下简称 CRC) 进行校验,并判断校验结果,若正确则将有效信息写入闪存保存,

若错误则放弃闪存写入操作,直接使能接收中断,等待接收下一帧数据。工作流程图如图 10 所示。

## 4 测试结果分析

测试仪器:单路直流稳压电源 (HY3003D-3)、数字万用表、50 cm 直尺、秒表、示波器 (GOS-6051-50 MHz)

将阅读器和应答器的耦合线圈置于大于 10 cm 的地方,阅读器开关置于读位置,预置应答

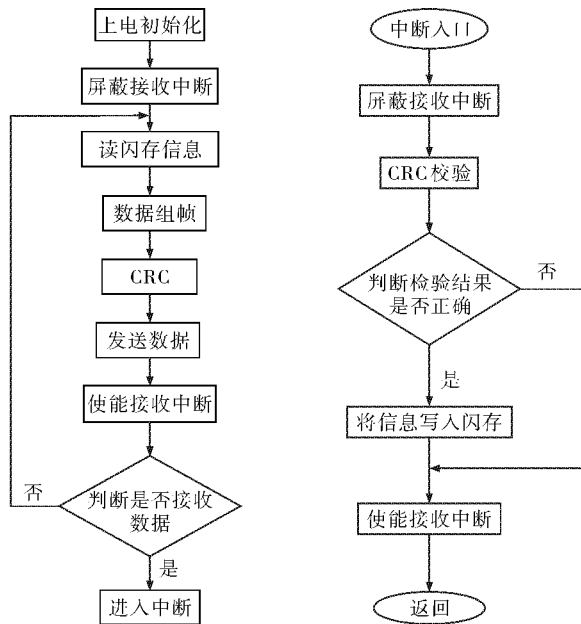


图 10 应答器工作流程图

Fig. 10 Transponder work flowchart

器的 4 位二进制数,接通阅读器电源,开始记录阅读器显示值及识别时间. 应答器识别功能测试结果如表 1 所示,系统的识别精度较高,识别率可达 100%,实现了无误差传输,识别时间小于 0.1 s.

表 1 测量装置识别数据

Table 1 Measuring device identification data

测试次数	应答器预设值	阅读器测得值	识别时间/s
1	1001	1001	0.03
2	1000	1000	0.04
3	0101	0101	0.02
4	1100	1100	0.01
5	0110	0110	0.04
6	1010	1010	0.03
7	1011	1011	0.05
8	0111	0111	0.04

固定阅读器及耦合线圈的位置,接通电源,然后将识别器由远到近缓慢移动,并观察阅读器指示灯,直至该灯亮时停止移动,标记该位置为 A;

表 2 耦合线圈测量间距

Table 2 Coupling coil measuring distance

测量次数	最大距离/cm	平均值/cm
1	25	23
2	22	
3	20	
4	23	
5	23	

再反向慢速移动识别器至该灯灭时停止移动,标记该位置为 B,计算两次位置的平均值,即为最大间距. 耦合线圈间最大间距测量结果如表 2 所示.

经测试,本系统两线圈距离可达 20 cm 以上,完全满足实际需求.

## 5 结 语

本无线射频识别装置解决了超市中条形码读取的难题,采用无线射频识别装置无需人工扫描读取,可以同时识别多个标签,且读取数据的速度较快、获取商品的信息比较完整,可随意更改. 经验证,耦合线圈间距大于 20 cm,识别时间小于 0.1 s,每 250 ms 便可读出相关数据,基本可以满足实际需求.

## 致谢

本工作得到国家自然科学基金委员会提供的资金支持. 本文所涉及的议题是根据目前超市中常用的条形码识别商品的弊端,综合考虑国际上对于无线射频技术的有效尝试而定下的,在确定了课题后得到了李国平、郝豪豪老师的帮助才使得本无线射频装置的硬件设计少走了许多弯路. 在此一并致以衷心的感谢!

## 参考文献:

- [1] 栾文利,毛贵才. 无线射频识别(RFID)技术的应用分析[J]. 黑龙江科技信息,2012(17):19.
- [2] 刘小兵,苏磊,冯浩,等. 基于 51 单片机的无线识别装置系统[J]. 国外电子元器件,2008,16(10):77-78,81.
- [3] 黄利军. 一套基于耦合线圈的无线识别装置的设计[J]. 科技创新导报,2010(6):245.
- [4] 韩团军. 基于射频技术的无线识别系统设计[J]. 电子技术,2010,47(8):24-26.
- [5] 高小明. 一种无源 RFID 无线射频识别系统的设计[J]. 微计算机信息,2009,25(20):161-163.
- [6] 彭仁明,潘晓慧. 基于 RFID 无线识别器的设计[J]. 黔南民族师范学院学报,2010,30(3):39-42.
- [7] 高吉祥,王晓鹏,宋克慧. 全国大学生电子设计竞赛培训系列教程:2007 年全国大学生电子设计竞赛试题剖析[M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [8] 张肃文. 高频电子线路:第五版[M]. 北京:高等教育出版社,2009.

## Design of radio frequency identification devices

**WANG Li-heng , WANG Xiang-li , CHEN Dang , XIA Yin-li**

(School of Electric and Information Engineering, Wuhan Institute of Technology,  
Wuhan 430205, China)

**Abstract:** To solve the problems that multiple barcodes can not be identified automatically with high speed and to improve the efficiency of commodity identification, electronic label was used to replace the bar code. A kind of radio frequency identification device was designed to realize the automatic recognition of supermarket goods through the radio frequency identification channel, reader differential (middle layer) and automatic billing system. The SUNPLUS 61 microchips was used as the controller, and the coding and de-coding chip PT2262/2272 was used to realize the identification of the reading machine to the transponder, the transmit-receive controlling of the coding data, and the writing, reading and storing of the information; the analog switch TS5A3166 was used to finish load modulation; transformer coupled mode was used to realize the data transmission and energy exchanging between the transponder and the transceiver well. The reader to transponder preset information recognition, a remote wireless energy transmission and low error rate of binary digital transmission were realized in the wireless identification device. The obtained results indicate that the related data about goods is read from radio frequency tags every 250 ms, the error rate is extremely low, the transit-receive distance of the reader is more than 20 cm.

**Key words:** electronic tag; wireless radio frequency identification; coupling

本文编辑: 苗 变