

# 基于 ISO/IEC 14443A 协议的读卡器设计

张海鹏, 王忠勇

(郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450001)

**【摘要】**为了解决目前超高频射频读卡器设计广泛采用专用 RFID 芯片而涉及国外相关知识产权的问题,文中通过对 ISO/IEC 14443 TYPE A 协议的物理参数指标的分析,用分离元件的方法实现低成本、小体积的硬件电路系统的设计;并通过对该协议通信防冲突机制的分析,给出了软件实现方法。本方法实现电路简单,拥有自主的知识产权,具有一定的推广价值。

**【关键词】**射频识别; IC 卡; ISO/IEC 14443 TYPE A; 读卡器

**【中图分类号】** TN925

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1002-0802(2009)11-0230-03

## Design of Contactless Card-Reader Based on ISO/IEC 14443 TYPEA

ZHANG Hai-peng, WANG Zhong-yong

(College of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou Henan 450001, China)

**【Abstract】**In order to solve the problem of the intellectual property rights involving foreign RFID chips in the design of ultra-high frequency radio frequency readers, this paper, based on analysis of the physical parameters of protocol ISO/IEC 14443 TYPE A, and by using separate elements to achieve the design of low-cost, small size hardware system. And through analysis on conflict-prevention communication mechanism, a method of software implementation is given. The scheme is easy in circuit implementation and possesses independent intellectual property rights, and is of certain significance for popularization.

**【Key words】**RFID; IC Card; ISO/IEC 14443 TYPE A; Card Reader

### 0 引言

非接触式 IC 卡技术是现在应用非常广泛的一门技术,具有操作便利快捷、可靠性高、寿命长、防伪性能好、抗干扰能力强等优点。ISO/IEC 14443 TYPE A 协议所使用的频率在射频识别系统中属于高频频段,这个频段的协议比较成熟,应用也比较广泛。ISO/IEC 14443 TYPE A 定义的卡是近耦合卡(PICC),对应的读卡器简称为 PCD,采用 13.56MHz 工作频率,具有防冲突机制<sup>[1-2]</sup>。目前同类产品读卡器的实现大多采用专用的射频读写集成芯片,结构简单,实现方便,但是专用的射频读写集成芯片涉及国外 RFID 芯片设计的相关知识产权。本文通过对 ISO/IEC 14443 TYPE A 协议的分析,用分离元件实现了一种便携式、低成本的非接触式 IC

卡读卡器的设计。

读卡器和非接触式 IC 卡之间的通信是利用无线射频方式进行非接触式双向通信,以达到身份识别并进行数据交换的目的。一个实用的射频通信电路一般分为调制、放大、发射、接收、解调几部分。本文设计的射频系统实现的基本原理框图如图 1 所示。

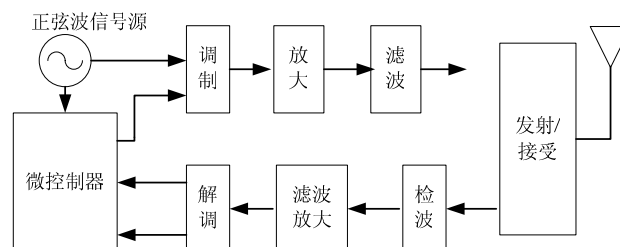


图 1 系统设计原理框

### 1 硬件实现

#### 1.1 调制电路

从读卡器到卡的数据发送采用 100% ASK pulse pause

**收稿日期:** 2008-12-05。

**作者简介:** 张海鹏 (1975-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为超高频 (UHF) 射频识别 (RFID) 系统; 王忠勇 (1965-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为通信系统及其信号处理、混沌控制和智能控制。

调制。采用高速开关电路即可实现 100% ASK 调制，载频信号使用恒温晶振产生的稳定的 13.56 MHz 的单频信号，调制后的信号完全可以满足系统需要<sup>[1]</sup>。

### 1.2 放大滤波电路

ISO/IEC 14443 TYPE A 协议规定最小未调制工作场的值是 1.5A/m，以 Hmin 表示。最大未调制工作场的值是 7.5A/m，以 Hmax 表示。邻近卡应持续工作在 Hmin 和 Hmax 之间。调制后的信号要经过功率放大器放大后输出，以满足邻近卡工作场强的要求<sup>[3]</sup>。

13.56 MHz 射频识别电路的工作频段较高，频带窄，允许使用调谐电路作为负载，另外考虑到要实现的是便携式读卡器，要求放大器的效率较小。为了兼顾效率和线性度，调制信号放大电路采用丙类放大，其特点是发射效率高，比较适合调频波的发射，需要外部阻抗的匹配网络。选择 IRF510 场效应管作为功率放大器件，它的输出功率及工作频率能够满足读卡器对有效读卡距离的场强要求。放大滤波电路的实现如图 2 所示。

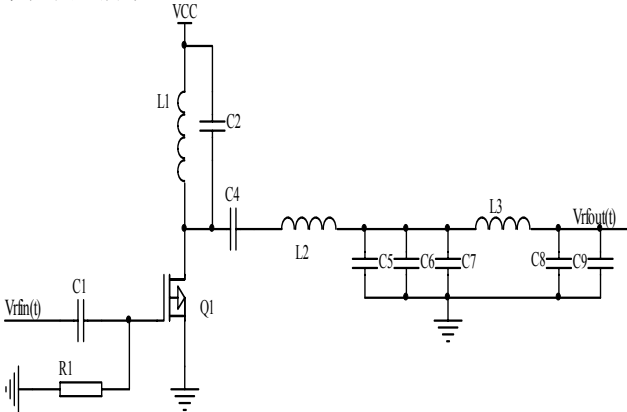


图 2 放大滤波电路原理

图 2 中并联谐振的基频为 13.56 MHz，对基频呈现出非常大的纯电阻阻抗，而对谐波的阻抗非常小。这种滤波特性在起到阻抗变换作用的同时，使得场效应管的输出能够保持最大的功率传输，并且具有良好的线性度。

由 Agilent Technologies 公司的 Advanced Design System 软件对匹配网络进行仿真，仿真结果如图 3、图 4 所示。

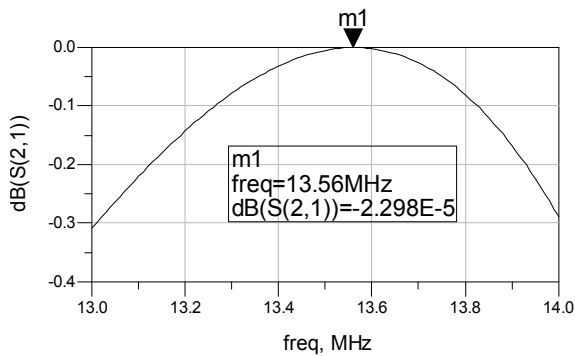


图 3 阻抗匹配网络 S(2, 1) 参数

由图 3 可知，匹配网络对 13.56 MHz 的基频频率几乎没有衰减，在整个通带内，衰耗小于 0.3 dB；由图 4 可知，

匹配网络对 13.56 MHz 的基频频率的输入回波损耗小于 -52 dB，在整个通频带内 S(1,1) 参数小于 -12 dB。基本满足系统工作要求。

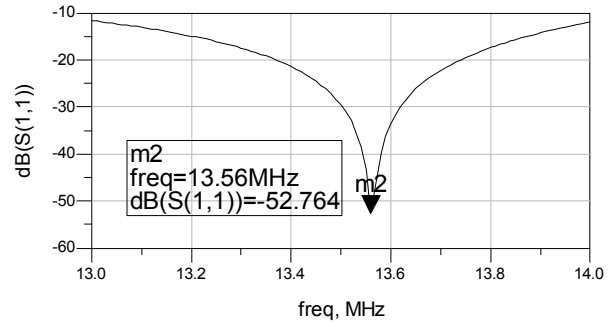


图 4 滤波匹配网络 S(1, 1) 参数

### 1.3 检波电路

对采用幅度调制 (ASK) 方式的检波电路采用零中频检波电路实现，零中频检波电路通过二极管直接检波的方式得到 PICC 返回的基带信号，优点是电路简单，成本低。而且二极管可以承受大功率的射频信号，不需要衰减器，接收灵敏度<sup>[4]</sup>。

### 1.4 解调电路

从卡到读卡器的数据传送是用振幅键控调制 847.5 kHz 的负载调制的副载波，Manchester 编码，波特率为 106 kbd<sup>[5]</sup>。

由于 RC 无源滤波电路的传递函数幅值较小，带负载能力较差，为了改善电路的滤波特性及带载能力，用全反馈形式的二阶有源滤波器来实现<sup>[5]</sup>。该电路具有较高的输入阻抗和较低的输出阻抗，在串联使用时，级与级之间不会互相影响。电路如图 5 所示。

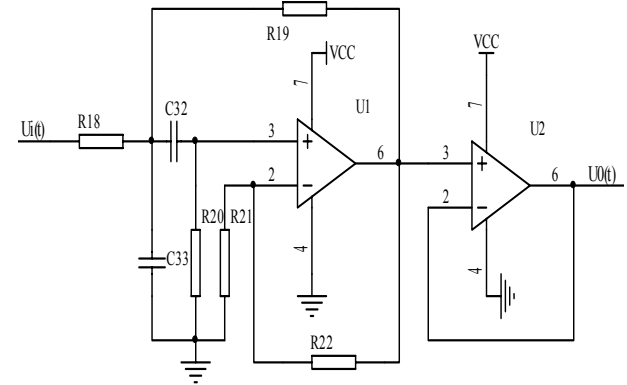


图 5 二阶有源滤波电路原理

图 5 中， $C32=C33=C$ ， $R20=2R18=2R21=2R$ ， $R19=R_f$ ，则电路的传递函数如式 (1) 所示。带通滤波器的中心频率 847.5 KHz 为子载波的频率，它对子载波引导调制所产生的 12.71 MHz 频率的信号抑制可达 50 dB 以上，而 847.5 KHz 对副载波几乎没有影响。

$$A_u(s) = A_{uf} \cdot \frac{sRC}{1 + [3 - A_{uf}(s)]sRC + (sRC)^2}, \quad (1)$$

$$\text{其中: } A_{uf} = \frac{U_o}{U_i} = 1 + \frac{R_f}{R}$$

因为信号的子载波频率较低，同时为了提高电路对噪声的抑制能力，采用迟滞比较器来实现信号解调<sup>[6]</sup>。在价格上比高速 AD 有优势，电路也较简单。实现的电路图如下页图 6 所示。

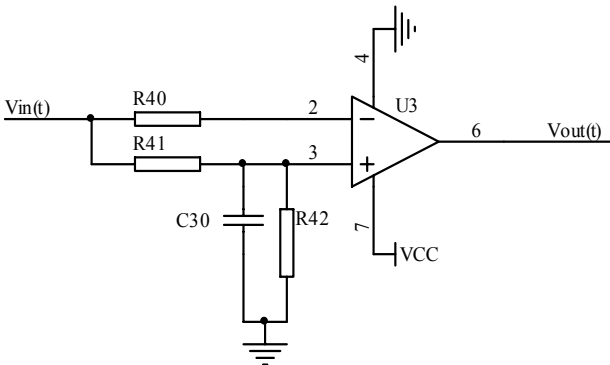


图 6 解调电路原理

在图 6 中，比较器的一端采用可浮动的阈值电压作为输入。阈值电压随输入信号的直流分量的变化而变化，可以消除前级运算放大器失调电压带来的影响。解调后的波形如图 7 所示<sup>[3]</sup>。

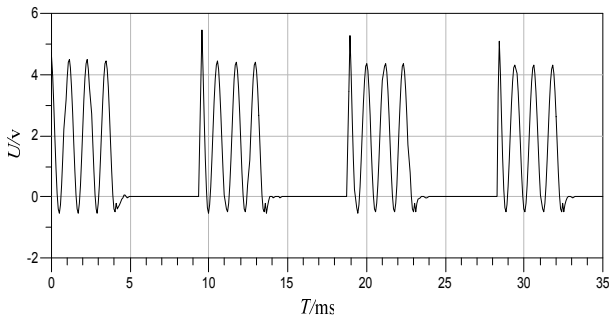


图 7 解调后输出的波形

从图 7 可以看出，由于系统 Q 值的影响，调制后信号的波形发生畸变，在基带和子载波（正弦波）的交界处，边沿的宽度及高度都发生了变化，但是由于阈值电压跟随输入信号的变化而变化，结合处变化的宽度不超过 1/4 个周期，高度也没有超过识别的范围，能够正确量化，实现对信号的正确识别。

### 1.5 控制器的选择

由图 7 可知，对解调后的信号进行采样，理论上要求采样率为子载波频率（847.5 KHz）的 2 倍，实际上为了准确的识别，需要采用频率能够到子载波频率的 8 倍以上。在此条件满足的情况下，采用体积小、性价比高的 AVR 系列的 Atmega128 微控制器来实现。Atmega128 是一种高性能、低功耗的 8 位微处理器，具有 128 K 字节的系统内可编程 Flash，采用先进的 RISC 结构，指令大多数可以在一个时钟周期内完成，工作于 16 MHz 时性能高达 16 MIPS。

将比较器的输出同时送入 Atmega128 的外部中断输入引脚 EX0 和外部计数输入引脚 T0，当解调后的信号的上升

沿到达外部中断输入引脚 EX0，启动中断服务程序，在中断服务程序内启动定时/计数器 T0，在 4.72 us 内，也就是在一个有效位的半个周期对子载波计数，以达到识别信号的目的。

## 2 软件防冲突设计

如果在卡的选择阶段，在天线磁场的有效范围内卡的数量超过 1 张，就将产生卡辨识的冲突问题。在曼彻斯特编码中数位 1 可表示为 10，数位 0 可表示为 01，数位 1 和数位 0 冲突的结果可表示为 11，11 是非法编码，故极易判断位冲突的出现位置。ISO/IEC 14443 协议规定了 Type A 的防冲突过程，采用位结构防冲突循环，并有专门的防冲突指令<sup>[7]</sup>。

读卡器发出选卡命令，所有有效卡同时返回各自完整的卡序列号。如果冲突出现，读卡器确定发生冲突的第一位置，然后得出冲突时有效位位数。冲突位置必然有一个卡对应位为“1”，然后读卡器改变发送的有效位位数，重新发出选卡命令。则原来冲突位的值为“0”的卡将不予响应，只有原来冲突位的值为“1”的卡发出响应，并返回卡序列号的剩余部分。如果仍有冲突出现，重复以上步骤，直到没有冲突出现（最大循环次数为 32）。然后读卡器发送有效位个数的代码“70H”，同这序列号匹配的卡返回认可命令，同时进入激活状态，之后读卡器就可以对卡进行读写操作。

## 3 结语

本文用分离元件的方法实现了符合 ISO/IEC 14443 TYPE A 协议的 RFID 读卡器设计。读卡器的工作距离在 10 cm 以内，读写速度快，有效地解决了多 IC 卡的防冲突问题，结构简单，成本低廉。已经投入实用，应用前景较好。

### 参考文献

- [1] 郝良彬, 李有科, 庄欣. RFID 的技术标准和相关规则[J]. 武汉科技学院学报, 2008, 21(07):19-21.
- [2] 张晓鹏, 朱云龙, 罗海波. 超高频射频识别读写器设计[J]. 电子器件, 2005(09):545.
- [3] 张葛祥, 李娜. MATLAB 仿真技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [4] Behzad Razavi. 射频微电子[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [5] 陈良生, 洪志良, 李联. ISO 14443 单芯片读卡机解调电路的设计[J]. 半导体学报, 2005, 26(08): 1623-1628.
- [6] Reinhold Ludwig, Pavel Bretchko. RF Circuit Design Theory and Applications[M]. 北京: 电子工业出版社.
- [7] 韩爱丽, 李亚. 基站芯片 RC522 的 14443A 读卡器设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006(12):35-40.