基于 DSP的 RFD基带模块设计

周 伟,李宏生,朱 懿,李 燕 (东南大学 仪器科学与工程系,江苏 南京 210096)

摘要:介绍以 TM S320F2812为核心的超高频段射频识别系统基带模块的硬、软件设计,并对 DSP芯片所进行的信号编码、解码和多卡识别反碰撞技术进行探讨,系统测试表明,本模块在测试环境中能高效、稳定工作。

关键词:射频识别:DSP:编码:解码:反碰撞算法

中图分类号: TP332 文献标识码: B 文章编号: 1006 - 2394 (2006) 05 - 0056 - 03

Design of a Base Band Module for RFD System Based on DSP

ZHOU Wei, LI Hong-sheng, ZHU Yi, LI Yan

(Instrument Science and Engineering Department of Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The hardware and software designs of a base band module for Radio frequency identification (RFD) system are described in this paper. This system uses TMS320F2812 as CPU and works on ultrahigh frequency (UHF). The signal encoding, decoding and anti-collision technique in multiple tags identification are discussed. This system works efficiently and stably in the testing environment.

Key words: RFD; DSP; encoding; decoding; anti-collision algorithm

1 系统组成

1.1 系统结构和工作原理

本文所述的 RFD系统由基带模块、射频模块、上位机和电子标签组成,其中基带模块和射频模块组成了读写器。系统工作在一定的频率范围,以半双工的方式在读写器与电子标签之间双向传递数据。其结构图如图 1。

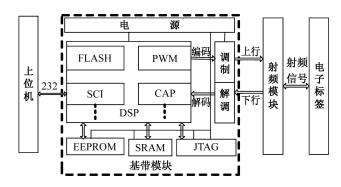


图 1 系统结构框图

在进行射频识别时,读写器首先将搜寻命令调制 到载波上通过天线发送,在天线视场范围内的电子标 签通过载波获得电源和搜寻信息,经解调和信息匹配 后把自身相关信息发送给读写器,读写器对接收到的 信号进行解调、解码及其他处理后送到上位计算机以 满足用户相关需求。

从结构图和工作原理可见,RFD的基带模块是整个系统的核心部分,它的功能和特性直接影响到系统

的性能。

1.2 DSP特性和接口

本系统采用 TI公司的数字信号处理器 TM S320F2812作为主控芯片。该芯片采用高性能静态 CMOS技术,具有低功耗、高速度的特点。其内核采用 1.8V供电,I/O口采用 3.3V供电;主频高达 150MHz,单指令周期仅为 6.67ns,从根本上满足了基带模块的编解码和多卡反碰撞功能对 CPU处理速度的苛刻要求。该芯片提供了 8KB(16位)的 Flash、总容量达18KB(16位)的单口随机存储器(SRAM)和多达 1MB的外部存储接口,该芯片扩展了 SPI接口;2个高速事件管理器,其中包含脉宽调制接口(PWM)和事件捕获器(CAP);支持 JTA G边界扫描,极大地方便了代码开发。

2812芯片内核的供电电压为 1.8V、I/O口供电电压为 3.3V,而外部提供的工作电压为 5V,因此系统使用 TI公司的 TPS767D318作为电压转换芯片,可同时为 DSP提供 3.3V和 1.8V电压。

2812芯片提供了大容量的 Flash和 SRAM,但考虑到开发阶段一般都把程序装载到 RAM,故选用了一片 3.3V的低电压 SRAM作为开发阶段的程序存储,本系统选用 CY公司的 CY7C1021CV33芯片。本系统还选用了一片 SPI接口的 EEPROM 来保存初始化所需的重要参数。

系统的通讯模块采用 2812 自带的异步串行通讯接口 (SCI),它具有双向缓冲功能,独立的中断位和控

收稿日期: 2006 - 05

作者简介:周伟(1980—),男,硕士研究生,研究方向为精密仪器科学、嵌入式系统:李宏生,男,教授。

制位。为保证通讯数据的完整性,本系统的串口通讯 采用对传输数据求异或和进行校验。

1.3 上行信息编码与调制

上行信号是指从读写器发送到目标电子标签的信 号,其编码方式采用脉宽调制脉冲编码。编码格式为 在周期为 14µ s的时钟频率上,占空比为 1/8的脉冲信 号表示"0",占空比为 3/8的脉冲信号表示"1"。经过 编码后的上行信号由射频模块通过二进制振幅键控 (2ASK)的方法调制到超高频的载波上通过天线发射。 该调制方式的实现需要基带模块提供摆幅为 0~5V、 精度要求达到 10位的可控 D/A 输出 z作为调制参数 对读写器输出功率和载波调制深度进行控制。对该参 数的产生,本系统采用定时器控制 I/O口的输出占空 比进行输出,由于 2812没有专门的 D/A接口,因此使 用 PWM 口输出信号经滤波后实现 D/A功能。

TM S320C2812芯片提供的 PWM 输出,是一种周 期和占空比均可变、幅值为 3.3V、单边脉宽调制信号, 因此需要将输出通过同相缓冲器把摆幅变到 0~5V。 该信号的傅里叶展开表达式为:

$$f(t) = A_0 + (A_n \cos 2n \ ft + B_n \sin 2n \ ft)$$
 (1)

其中, f = 1/T为基频, 式中 $A_n \setminus B_n$ 为各自独立的傅里 叶系数:由于该函数是一个关于原点对称的偶函数,因 此对占空比为 &幅值为 5V的 PWM 信号有:

$$A_0 = 5 \cdot k \tag{2}$$

$$A_n = 5 \cdot \frac{1}{n} \{ \sin(n \ k) - \sin[2n \ (1 - k/2)] \}$$
 (3)

$$B_{\rm n} = 0 \tag{4}$$

由此可知,A。代表 PWM信号的高频谐波分量,后接低 通滤波器的截止频率小于基频即可滤掉; A。就是所需 要的 D/A 直流输出。因此只要改变 PWM 信号的占空 比 k,就能实现电压范围为 $0 \sim 5V$ 的 D/A转换输出。

PWM 信号转换成 D/A 输出的精度,取决于 PWM 口能够输出的最小直流分量以及因滤波不彻底而产生 的纹波这两个方面。由式(2)可知,当占空比 k为最 小时 (kmm) 所获得的直流分量最小, 而 kmm 的本质是系 统时钟周期和 PWM输出信号周期之比。显然系统时 钟周期是固定的 (6.67ns).因此 PWM 信号的周期越长 (频率越低)D/A的输出精度就越高。但是如果 PWM 信号基频过度的降低,会造成滤波后直流分量的纹波 变大,精度反而会降低。因此 PWM 输出信号频率的 选取要适中。

2812的系统时钟频率为 150MHz,当 D/A 精度为 10位,即 kmm为 1/1024时应满足 PWM 输出基频为 150kHz。这也是低通滤波器的截止频率,它采用巴特 沃思二阶低通滤波电路,它由两节 RC滤波电路和一 个电压跟随器组成。如图 2示。

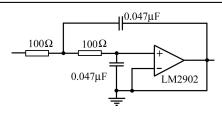


图 2 D/A滤波电路

1.4 下行信号解码

下行信号是指电子标签回发给读写器的信号,其 通信速率为上行速率的 2倍。用等脉宽的"1010"表 示二进制"1","1100 表示"0"。因此下行信号编码也 可以视为一种特殊脉宽调制编码。

对下行信号的解码,是利用事件管理器中捕获单 元 (CAP)的捕获功能结合定时器来实现。在捕获单元 使能后,其引脚上的指定上升沿跳变触发定时器,在下 一次上升沿来到时触发捕捉中断和停止定时器,在中 断程序中通过相临两个上升沿的间隔时间来判别是数

2 软件设计

2.1 DSP程序设计

主程序首先是 DSP系统初始化,即对 DSP内部一 些寄存器进行初始化设置;然后是射频识别读写器初 始化,读写器初始化所需要的参数是通过 I/O 口模拟 SPI接口协议从 EEPROM 中读取。初始化后程序通过 射频模块发送搜索电子标签的命令,然后在规定的时 长内等待标签的应答,没有应答则循环发送。收到应 答信息后,程序根据信息的完整性校验结果(CRC校 验)来判断是单卡应答还是有多卡碰撞,如果没有碰 撞则将信息解码并从串口传给上位机。如果出现碰撞 则调用反碰撞算法,将多张卡的信息分别解码并上传 给上位机。主程序的流程见图 3。

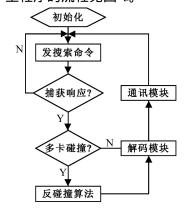


图 3 主程序流图

22 反碰撞算法设计

所谓的反碰撞算法就是一种能解决 RFD系统在 工作中遇到的多卡同时应答而引起通讯冲突的方法。 首先介绍两条重要的上行命令, ScrollD:该命令包含 有若干位的匹配码和 8位标明该匹配码在 D号中位 置的指针码。读写器发出 ScrollD命令之后,再发出一个同步脉冲并在一个长度为 112µ s的时间槽内等待电子标签应答。当有一个电子标签响应时,读写器对应答信号进行解码并能够通过对该信息的完整性校验(CRC校验);当有多个电子标签响应时,基带模块会因信号冲突而无法通过对应答信息的完整性校验,因此不能获得有效信息。 Ping D: 该命令包含同上的匹配码和指针码,不同的是读写器发出 Ping D命令后将有 8个时间槽和对应的同步脉冲。电子标签通过号码匹配后,根据自身卡号中紧跟匹配码后的另外三位号码的值在对应的时槽应答。此时在每一个槽内依然存在多张卡应答的可能性,而程序只需确定哪个时槽有效,具体信息通过其他步骤获得。

对于多卡同时响应而引起的通讯冲突,本文采用时分多路法(TDMA)加以解决(反碰撞)。首先,把电子标签卡号的位数从低到高,每3位划分为一段,那么每一段都可视为下一段的根节点,而且其下一层叶节点有8个。所有的电子标签卡号便组成一个每个根节点有8个分叉的树。显然上述两个命令中的指针码表示是树的哪一层(段),匹配码表示该层的哪个分支(段的值)。因此读写器可以先用PingD命令按位的先后顺序3位3位(紧接匹配码后的3位)向后快速搜索所有电子标签,直到本根节点下只有一个叶节点或为空;再使用ScrollD命令读取这张卡,而且每次只和一张标签建立唯一的通信关系(信道独占)。

如读写器发出的 PingD的指针码是"00H",匹配码是"110",而天线视场范围内卡号低 3位是"110 的卡一共有 3张,分别为"110011001XX...","110011010XX...","110111110XX...",则这 3张卡将会根据匹配值"110"后 3位数据"011","111"分别在 3号槽、7号槽中应答。在读写器处理完应答后会先进一步对值为"110011 的这一分枝发出 PingD命令以向树的下一层进行搜索,则卡"110011001XX...","110011010XX..."分别在 1号槽、2号槽中应答。读写器将会根据新的值再次发出 PingD命令,重复这一过程,直至"110011"这一分枝下的所有卡号搜索完毕并通过 ScrollD命令读取。在完成对这一分枝搜索的基础上再对下一分枝"110111"重复上一个过程,直至天线视场范围内所有低 3位值为"110 的卡搜索完毕。搜索示意图如图 4。

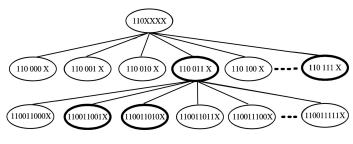


图 4 树型搜索示意图

3 结束语

超高频段 RFD系统的优势在于作用距离大和能同时处理多张卡。本文所介绍的基于 DSP的 RFD基带模块在测试中实现了快速识别,对单标签 (单卡)读取时间在 $10ms \sim 20ms$ 之间,读卡正确率接近 100%;对多标签 (多卡)读取速度大于 1s读取 20张电子标签;特别是其读写距离均达到 8m,这是低频段读写器无法实现的。

以超高频段 RFD基带模块为核心,辅之于相应的射频模块、电子标签而组成的射频识别系统是当今仪表系统领域内的一个重要分支。在高度信息化的社会中,远距离、高速、高可靠的自动识别系统必将有力的促进信息化的进一步发展。

参考文献:

- [1] [德] Klaus Finkenzeller著,陈大材编译. 射频识别技术 [M]. 电子工业出版社, 2001.
- [2]李振玉. 现代通信中的编码技术 [M]. 中国铁道出版社, 1996
- [3] [美] TI著, 张卫宁编译. TMS320C28X系列 DSP的 CPU与外设(上,下)[M]. 清华大学出版社, 2005.
- [4] UHF. Auto-D Classlb, Contactless Memory Chip 96bits EPC with Inventory and Kill function pdf[Z]. 2004.

(许雪军编发)

RT913三相电能表校验装置



由深圳雷力特电测仪器有限公司供应,该装置采用 DSP 技术开发的新产品。液晶显示,全汉字操作,体积小、重量轻、 携带及使用方便,是厂矿、企业、基层供电部门和技术监督单位 的现场测试设备。主要技术指标:电压量程:3 x57.7~660V, 20VA 相,调节范围 0~120%;电流量程:3 ×0.1~50A,大于 20VA 相,调节范围 0~120%;频率: 40~70Hz,调节细度 0.002Hz可跟踪市电频率;相位:0.00~359.99°调节细度 0.01° 测量不确定度: 0.05%, 0.1%;可储存 500个校验记录,完善的 数据管理功能可以查询、打印校验记录;动态的电流量程,可适 应任意量程的被检表,根据负荷点自动选择最佳档位,使装置 处最佳校验状态;自动找黑点功能;可自由改变负荷点组合,满 足各种用户的需求:可外接标准 AT键盘:电压、电流负载调整 率: 0.5% (综合考虑空载、满载、感性、阻性、容性);失真度: 0.2%;负载特性:感性、阻性、容性 < 0.5µF电压、电流功率稳 定度: 0.01%/3min;谐波输出:2~21次谐波,各次谐波含量 10% (选项);通讯接口: RS323、RS485, Windows9x, Windows2000软件支持;工作电源:交流 220v ±15%。