无线扩频工业遥控器收发部分的设计与实现

陈志伟 陈炎桂 关德新
(北京航空航天大学电子信息工程学院 北京 100083)

摘 要: 文中介绍基于 SC1128 的无线扩频工业遥控器系统。该系统以 AT89S52 为核心控制电路, 扩频芯片 SC1128、射频接收芯片 MC13156 以及锁相环集成芯片 LMX2315 所构成的射频收发电路, 给出了扩频无线收发系统的设计方案, 实现了多信道切换。接收机部分采用超外差体系结构, 发射机部分采用了直接变容二极管调制。发射与接收的振荡电路均使用了锁相环技术。整个设计多采用集成芯片, 系统简单可靠。

关键词: AT89S52; SC1128; 直接序列扩频; 锁相环; 无线收发

Design and realization of a wireless spread spectrum industry controller system

Chen Zhiwei Chen Yangui Guan Dexin
(School of Electronics and Information Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083)

Abstract: The paper introduces a wireless spread spectrum industry controller system based on SC1128, which uses AT89S52 as the control center circuit and the RF Wireless Transceiver circuit composed by spread spectrum IC SC1128, MC13156 and PLL IC LMX2315. Meanwhile, this system makes many communication channels changing come true. The receiver part adopts super heterodyne system and the transmitter part exerts direct Variable Capacitance Diode modulation. Integrate circuits are adopted in both receiver and transmitter subsystems, which make this design simple and credible.

Keywords: AT89S52; SC1128; DSSS; PLL; wireless transceiver

0 引 言

无线遥控技术广泛应用于各种工业场合, 具有很高的研究与开发价值。为了增强无线工业遥控器的抗干扰性能, 包括扩频通信在内的越来越多的新技术被引用到工业遥控领域。本文介绍基于通信芯片 SC1128 的直接序列扩频遥控器前端。该系统在基带上进行直接扩频处理, 然后调频到 480485.6 MHz 的载波上实现无线传输。

1 总体设计方案

系统可分为发射和接收 2 部分。接收系统采用了超外差体系结构, 这种结构可以通过适当选择中频和滤波器以获得极佳的选择性和灵敏度, 被认为是最可靠的接收机拓扑结构, 其结构框图如图 1 所示。发射机采用了直接变容二极管调制, 其结构框图如图 2 所示。接收主芯片采用了宽带中频系统芯片 MC13156, 锁相环部分采用单片集成锁相合成器芯片 LMX2315, 控制部分采用 Atmel 公司的 AT89S52 芯片, 用以实现 SC1128 的初始化, 对锁相环的频率装载、实现信道切换、收发切换、信号检测, 以及与上位机的数据通信。使用 Atmel 公司的串行 EEPROM (24C02) 作为扩展存贮芯片, 且可用来刷新能频点和存储当前信道数, 其中 SC1128、锁相环集成芯片 LMX2315 和 24C02 的设置是通过单片机 I/O 口采用模拟 I²C 总线实现。对收发射频芯片以及 SC1128 进行收发控制, 信号检测是通过 I/O 或者中断口直接操作。

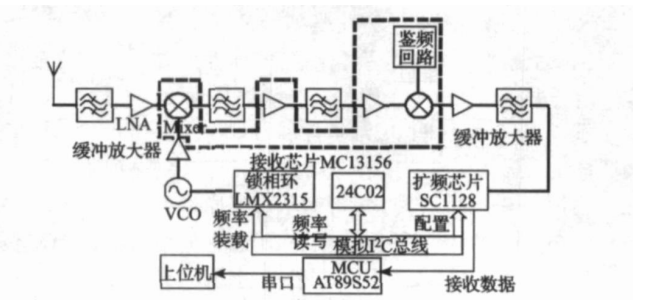

图 1 接收机总体设计方案

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

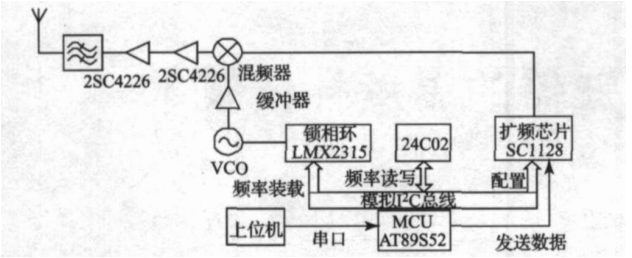

图 2　发射机总体设计方案

2　硬件构成

这里主要介绍接收部分的结构。接收子系统主要分为 3 大部分: 控制电路、基带扩频电路以及射频前端电路。其中控制部以 AT89S52 为核心, 主要在软件编程上; 基带扩频部分以 SC1128 为核心包括外围滤波和放大电路。射频部分以集成接收芯片和锁相环芯片为核心包括混频、中放、滤波、解调等。在这里主要介绍 SC1128 和 LMX2315 的相应设置。

2.1　SC1128 工作状态设置

MCU 对 SC1128 芯片的设置是通过 CS、SETCLK 和 LINE 三端进行的。其中 CS 为片选输入端, SETCLK 为设置时钟输入端, LINE 为串行数据输入或输出端(双向端口) 。数据线和时钟线均是和 LMX2315 以及 24C02 复用的模拟 I^2C 总线。MCU 对 SC1128 芯片的设置(读或写) 是统一的数据格式, 即每次读或写都是由 2 个字节(控制字和数据位) 完成的, 其格式说明如图 3 所示。

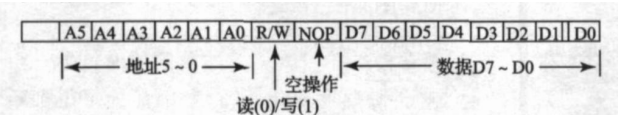

图 3　MCU 电路的设置示意图

MCU 对电路设置(读或写) 时要向电路的 CS 端给出低电平, 再向电路发出同步脉冲 SETCLK, 在同步脉冲的控制下首先向 LINE 端串行给出 8 位控制字, 即先由高到底分别给出 6 位(A5~ A0) 地址, 再给出读/ 写控制位(第 7 位) 和空操作位(第 8 位) ; 然后再给出 8 位数据。实行读操作时发出指令 0XF4, 实行写操作时发出指令 0XF6。

特别要注意的是 LINE 端为双向端口, 当 MCU 给出的 8 位控制字中的第 7 位(读/ 写控制位) 为 0(读操作) 时, 电路将在 SETCLK 的第 7 个脉冲的下跳沿把 LINE 端由输入状态变为输出状态, 因此 MCU 在对电路进行读操作时, 一定要在 SETCLK 的第 7 个脉冲的下跳沿之前将 MCU 端的输出(与电路的 LINE 相对应的端子) 状态改为输入状态。

工作状态寄存器(地址: 111101) 的每一位分别控制着电路不同的工作状态, 具体格式如图 4 所示。

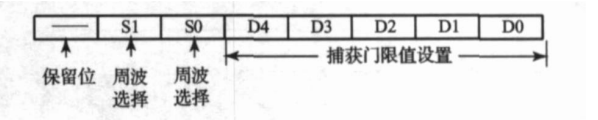

图 4　工作状态寄存器示意图

对工作状态寄存器的设置可以得到多种工作状态, 如通信速率快慢和捕获门限的大小。工作状态寄存器的 S1 和 S0 是控制通信速率快慢的, 由这 2 位可以选择 3 种通信速率值。

2.2　锁相环 LMX2315 的设置

锁相技术是实现相位自动控制、专门研究系统相位关系的技术, 已广泛应用在无线通信中。锁相环实际上是一个相差自动调节系统, 由 3 个基本部件组成: 鉴相器、环路滤波器和压控振荡器。

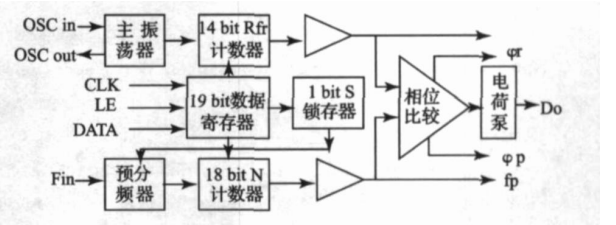

图 5　LMX2315 功能框图

如图 5 所示, 基准振荡器经过 14 位 R 计数器所设定的值分频后与待锁定相位进行比较, 假定工作频点为 f_{VCO}, 那么可以根据 $f_{VCO} = (P \times B + A) \times f_{osc}/R$ 进行相应的频点设置 R 计数器和 N 计数器, 其中 N 计数器的高 11 位是 B, 低 7 位是 A。P 为预分频模式, 对于 LMX2315 可以选择 64 或 128。一般对锁定频率较高时用 128, 较低时用 64, 以保证 B 不能小于 A 的条件。假定某信道载波为 480 MHz, 则有 480 MHz= $(P \times B + A) \times f_{osc}/R$, 取基准振荡器为 12.8 MHz, P= 64。取鉴相频率为 50 kHz, 则 R= 12.8 MHz/ 50 kHz= 256, 得到 B= 96 H, A= 0。对其寄存器进行设置时, 首先使片选信号为低, 时钟线和数据线是模拟的 I^2C 总线, MCU 对其进行设置时的时序图如图 6 所示。

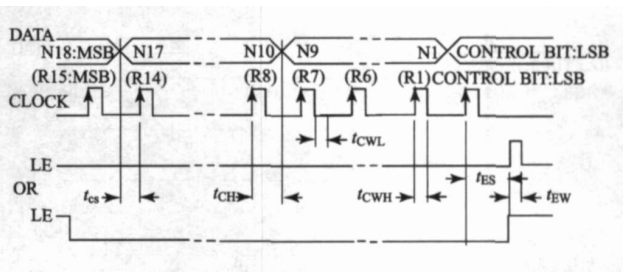

图 6　LMX2315 设置时序图

3　软件流程

整个系统工作由单片机控制, (下转第 174 页)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1　实测 14 个温度点数据表

归一化温度 ADC	补偿系数
0.526 672	1.117 066
0.495 850	1.110 585
0.459 015	1.097 074
0.431 976	1.088 379
0.389 374	1.072 181
0.346 741	1.058 219
0.277 100	1.032 734
0.249 878	1.015 000
0.217 072	1.000 000
0.203 705	0.992 255
0.167 816	0.978 918
0.141 876	0.964 394
0.117 584	0.950 971
0.082 458	0.931 606

5　结束语

通过多项式拟合技术, 可以产生一系列二极管式检波器的温度补偿多项式, 将相关系数存储到仪器固件中, 并在仪器软件中增加相应的处理程序即可实现温度补偿。这种温度补偿方法能够有效地减小由温度的变化给二极管式检波器带来的误差, 大大提高仪器的测量精度。并且这种软件补偿方法能够有效地降低电路设计的复杂程度, 提升系统的可靠性, 降低硬件成本, 是一种简单、易于实现和有效的方法。

参　考　文　献

[1] 徐士良. C 常用算法程序集[M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2004.

[2] 贺建勋. 系统建模与数学模型[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1995.

[3] 傅清祥. 算法与数据结构[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2001.

[4] 孙肖子. 模拟电子技术基础[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.

[5] 林嘉锐. 晶体管电路基础[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1999.

[6] 江晓安, 董秀峰. 模拟电子技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003.

(上接第 171 页)

在正常接收和发射时使单片机处在空闲模式以节能, 系统软件流程图如图 7 所示。

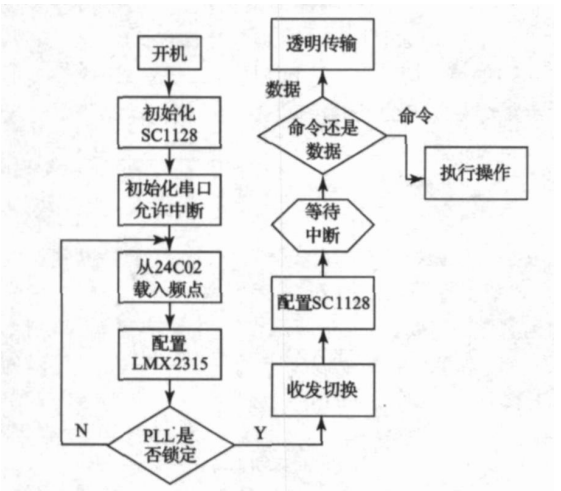

图 7　软件流程图

4　测试结果和结论

该项目完成了 ISM(469.2~486.4 MHz) 无线遥控器射频部分和基带数据通道的设计。

通过实际测试, 发射机频率稳定度小于 2 ppm, 发射功率约为 10 μV, 接收机灵敏度达到了 1.5 μV, 其邻信道与镜像抑制大于 10 dB。本收发系统的可靠通信距离超过 300 m。高低温实验表明, 系统在低温 -30 ℃和高温 70 ℃时性能没有明显恶化。与国外生产的其他几种无线收发模块的现场比较测试表明, 本收发系统在可靠接收距离内, 具有较强的抗干扰能力, 这与设计的初衷一致。直接序列扩频技术引入到工业无线遥控设备中可提高系统的同频窄带干扰以及多径干扰的能力。

参　考　文　献

[1] LMX2315/LMX2320/LMX2325 PLLatinumTM Frequency Synthesizer for RF Personal Communications [Z]. National Semiconductor, 1996.

[2] MOTOROLA WIRELESS SEMICONDUCTORS OLUTIONS- RF AND IF DEVICE DATA/ MC13156 [Z].

[3] 马忠梅, 籍顺心, 张凯, 等. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1998.

[4] SC1128 扩频通信芯片应用设计手册 [Z]. 北京智源利和微电子技术有限公司, 2003.

[5] AT89S52 Datasheet [Z]. Atmel Corporation, 2005.

[6] 郑卫平. 德国 HBC 工业无线电遥控系统在工程机械领域的应用与发展[J]. 港口装卸, 2000(2): 6-9.

[7] COTTER W. Sayre 无线电通信设备与系统设计大全[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.

[8] LUDWIG R. Pavel Bretchko RF Circuit Design: Theroy and Applications[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net