

基于 DDS 的无线数据传输系统设计与实现

刘生渊, 徐建城, 李 鹏

(西北工业大学 电子信息学院, 陕西 西安 710129)

摘要: 设计了能够传输英文字母、汉字及图像信息的数字调制-解调无线通信系统, 实现了点对点、单点对多点的异步单工通信。发射机由控制器、调制电路、高频功率放大器、天线、显示电路及电源部分组成。发射机采用计算机标准 PS/2 键盘录入信息, 并用拼音输入法实现汉字的录入。接收机由解调电路、数据处理器、显示电路及电源部分组成。整机实现了在 30.0 MHz 低载波频率下的高速数据传输, 数据传输速率可设为 1.2 kb/s、9.6 kb/s、57.6 kb/s、115.2 kb/s。

关键词: DDS; FSK; 无线通信

中图分类号: TP274+.2

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)02-0065-03

Wireless data transceiver system based on DDS

Liu Shengyuan, Xu Jiancheng, Li Peng

(College of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: This system is a communication system of digital modulation and demodulation which can transmit signals of chinese characters, pictures and english words through asynchronous simplex of point to point and single point to multiple points. The transmitter consists of control unit, modulation module, displaying module, power amp, antenna and power source parts. There is a standard PS/2 keyboard port attached to the transmitter system and the system realize chinese characters entering by utilizing pinyin input method. The receiver consists of demodulation module, data decoding and displaying modules. The system accomplish high speed data transmission at the low frequency of 30.0 MHz. The data rate can be set at 1.2 kb/s, 9.6 kb/s, 57.6 kb/s and 115.2 kb/s.

Key words: DDS; FSK; wireless communication

DDS 技术是近几年来迅速发展的频率合成技术, 它采用全数字化的技术, 具有集成度高、体积小、相对带宽宽、频率分辨率高、跳频时间短、相位连续性好、可以宽带正交输出、可以外加调制的优点, 并方便与控制器接口构成智能化的频率源。由于基准时钟的频率一般固定, 因此相位累加器的位数决定了频率分辨率, 位数越多, 分辨率越高。基于 DDS 诸多优点, 本系统采用 DDS 技术来实现数字调制功能^[1-2], 充分发挥 DDS 的优势, 使系统结构简单、功能强大。

1 硬件实现及工作原理

本系统为一套无线数据传输系统, 硬件电路分为发射机电路和接收机电路两部分^[3-5]。

1.1 发射机电路

如图 1 所示, 发射机硬件电路主要由控制器、调制电路、高频功率放大器、天线、显示电路与电源部分组成。

控制器以 TI 公司高性能混合信号处理器 MSP430F169

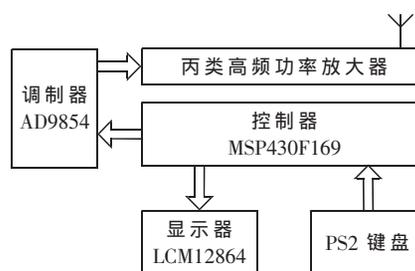


图 1 发射机组成图

为核心, 完成对 DDS、键盘、LCD 显示器的控制和信息处理的功能。MSP430F169 为 16 bit 具有精简指令集的超低功耗混合信号处理器 (Mixed Signal Processor), 采用 1.8 V~3.6 V 电源电压, 在 1 MHz 的时钟条件下运行时, 芯片的电流在 200 μ A~400 μ A, 时钟关断模式的最低功耗只有 0.2 μ A, 在 8 MHz 晶体驱动下指令周期为 125 ns。且 MSP430F169 具有丰富的片上外围模块, 如看门狗、模

网络与通信 Network and Communication

拟比较器、定时器、串口、硬件乘法器等。在本系统中，MSP430F169 工作在 3.3 V 电压、8 MHz 主频下。

调制电路以 ADI 公司单片 DDS 芯片 AD9854 为核心。该芯片最高系统时钟为 300 MHz，理论输出信号频率范围为直流到 150 MHz，最高并行编程速率为 100 MHz，采用 3.3 V 单电源供电，与上述控制器芯片匹配，无需加电平转换电路，从而实现控制器与调制器的无缝接口。AD9854 支持 10 MHz 串行通信方式和 100 MHz 并行通信方式，本系统采用串行数据输入方式。AD9854 内置 4~20 倍频的 PLL，外部较低频率的参考时钟可通过倍频后得到 300 MHz 的系统时钟，这样就避免了设计高频参考时钟的难度，降低了高频时钟干扰。AD9854 参考时钟的输入有单端输入和差分输入两种方式，为了使电路简单，本设计选用单端输入方式。外部 20 MHz 有源晶振输出经 PLL 电路 15 倍频到 300 MHz 后作为系统时钟。滤波器采用由 3 个电感和 7 个电容构成的七阶椭圆滤波器，因为 AD9854 的最高工作频率为 300 MHz，而 DDS 输出最高频率为系统工作频率的 40% 左右，所以本方案中滤波器的截止频率设计为 120 MHz，有效滤除了高频干扰，使输出信号较为平滑。

高频功率放大器工作在丙类方式，能够实现较高的效率。显示器采用 LCM128 128×64 点字符点阵液晶显示器，用来完成人机交互界面和信息的显示功能。电源部分采用 LM2576-3.3 三端稳压片，能够提供最高 3 A 的电流输出，完全满足本系统的要求。同时为了防止 AD9854 工作时对电源造成干扰，电路设计采用了大量的滤波电容，且对数字电源和模拟电源作了很好的隔离，以防止数字电源对模拟电源的串扰。

1.2 接收机电路

接收机硬件电路由解调电路、数据处理器、显示电路及电源部分组成，接收机框图如图 2 所示。

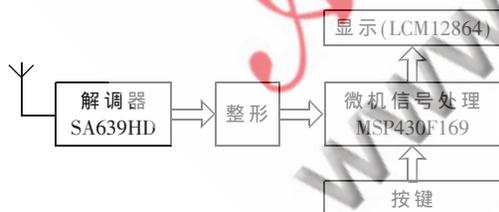


图 2 接收机组成图

解调器以飞利浦专用 FSK 解调芯 SA639DH 为核心部件。它具有灵敏度高、动态范围大、传输速率快、稳定性好等特点。天线接收到的信号经输入回路取出的 2FSK 信号与本振信号同时送入乘法器进行混频，再经一级带通滤波器滤除高频分量取其下变频到中频，然后进行中频放大后经二级带通滤波送入限幅放大器进行限幅放大。限幅放大后的信号被分成两路，一路直接送入乘法器，另一路经移相网络移相 90° 产生调相调频波再送乘法器，两路信号进行相位比较，乘法器输出的信号经低

通滤波器取出原调制信号，然后再把该信号送入比较器进行整形后送信号处理器进行处理。

接收机数据处理器同样采用 MSP430F169，显示器采用与发射机相同的 LCM12864。由于接收机部分与发射机相比功耗低，故接收机电源部分采用两节 5 号干电池串联供电。

2 系统软件的实现

2.1 发射机的软件设计

发射机上电后，首先对系统进行初始化，包括对控制器本身的端口配置、片内外设的配置，以及外部的 AD9854^[6]、PS2 键盘和显示器等部件的初始化。初始化结束后系统进入休眠模式，直到被外部键盘产生的中断唤醒。然后根据得到的按键键码进行相应处理。为了让 AD9854 产生 2FSK 信号，需进行如下的初始化过程：S/P SELECT 置 1 或置 0 以决定输入数据是并行还是串行。1 为并行，0 为串行；本系统采用串行接口，在 SCLK 信号控制下从并行输入口 D0~D1 写入 48 bit 并行寄存器，或在 SCLK 控制下从串行输入口 SDATA 写入 48 bit 串行寄存器。发射机的软件流程图如图 3 所示（注：在发射机内部存储有 3 幅图片）。

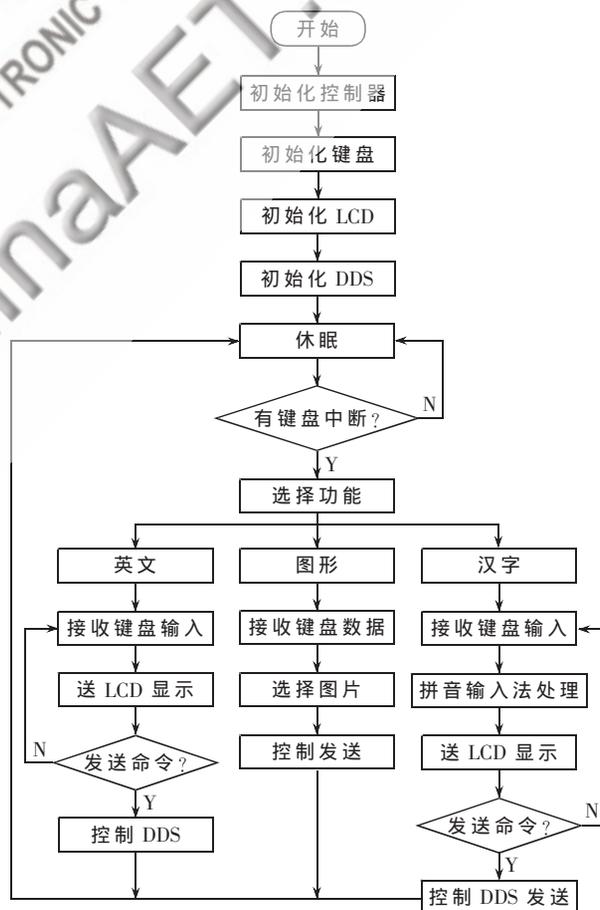


图 3 发射机流程图

2.2 接收机的软件设计

接收机不需要区分接收到的是英文字符还是汉字，

网络与通信 Network and Communication

故软件设计相对发射机来说较容易。同样,开始对信号处理器以及外设进行初始化,使其工作在等待信息接收状态,此时,只有接收机射频部分电路工作,其他部件处于休眠模式。当接收机检查到有信息到来时,通过中断唤醒控制器,控制器再唤醒其他外设进行数据接收和处理。接收到的信息经信号处理器判断,如果为字符(包括英文字符和汉字),则控制 LCD 进入字符模式,进行字符的显示;如果为图片,则控制 LCD 进入图片模式,进行图片显示。接收机的软件流程如图 4 所示。

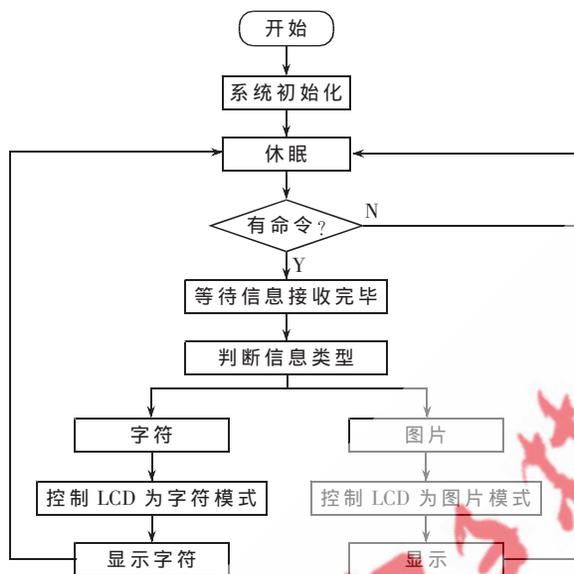


图 4 接收机流程图

3 系统测试结果

(1)载波中心频率:发射机在 2FSK 模式时,1 和 0 所对应的两个频率分别为 $f_{1i}=30.003\ 000\ \text{MHz}$ 和 $f_{0i}=29.997\ 000\ \text{MHz}$,系统在空闲时发射频率为 $30.000\ 000\ \text{MHz}$,故选取频率为 $30.000\ 000\ \text{MHz}$ 为中心频率。

(2)频率稳定度:在单片机复位的前提下,用频率计每隔 2 min 测一次 AD9854 的输出频率,共测 5 次,如表 1 所示。根据测试结果计算:

$$\begin{aligned} \text{频率稳定度} &= \text{最大频率偏差} / \text{中心频率} \\ &= (30.000\ 068 - 29.999\ 981) \div 30.000\ 024 \\ &= 0.000\ 087 \div 30.000\ 024 \\ &= 2.9 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

(3)发射功率:在发射功率级末端接 $50\ \Omega$ 假负载,

表 1 AD9854 输出频率测量值

| 次数 | 频率/MHz |
|----|------------|
| 1 | 29.999 981 |
| 2 | 30.000 068 |
| 3 | 30.000 005 |
| 4 | 30.000 023 |
| 5 | 30.000 043 |
| 平均 | 30.000 024 |

用 100 MHz 数字示波器测得发射信号的输出电压峰峰值 V_{P-P} ,据公式 $P=V_{P-P}^2/8R_L$,得到发射功率值,实验测得 $V_{P-P}=2.98\ \text{V}$, $P=V_{P-P}^2/8R_L=22.2\ \text{mW}$ 。

(4)传输速率:发射机、接收机在通信距离为 10 m 的情况下,分别以 1.2 kb/s、9.6 kb/s、57.6 kb/s、115.2 kb/s 的波特率传送 5 次 20 个汉字,汉字错误率均为零。

(5)图形传送功能:发射机、接收机。发射机调用机内自带的三幅图形(分别为公鸡、小兔及西工大校徽)以点阵的形式传送,接收机能够不失真接收,说明本系统具有图形的点阵传送功能。

本系统可以简单高效地进行无线数据传输,是实现无线通信的一种简单可行的设计方案。经过系统测试,系统技术指标令人满意,工作可靠。另外,由于本系统采用 DDS 来实现信号调制,故可以比较容易地改变调制信号频率,为实现跳频通信提供了方便。

参考文献

- [1] 陈邦媛.射频通信线路[M].北京:科学出版社,2002.
- [2] 樊昌信,张甫翊,徐炳祥,等.通信原理(第 5 版)[M].北京:国防工业出版社,2003.
- [3] 刘畅生.新型集成电路简明手册及典型应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2005.
- [4] 李朝青.单片机 & DSP 外围数字 IC 技术手册[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [5] 黄智伟.无线发射与接收电路设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [6] Analog Devices.CMOS 300 MSP Complete DDS AD9854[M]. Analog Devices Inc.2007.

(收稿日期:2010-08-20)

作者简介:

刘生渊,男,1984 年生,在读硕士研究生,主要研究方向:电路与系统。