

· 电路与控制 ·

基于单片机的FSK信号发生器

李培建¹, 尹中秋², 胡剑锋²

(1.空军某军代表室, 贵州 安顺 561000; 2.中国人民解放军某军代表室, 河南 郑州 450062)

摘要: 为了方便产生并控制FSK信号, 文中提出了一种基于单片机的设计方法。硬件采用W77E58单片机、高精度的DAC芯片、MAX232和运算放大器等一系列简单实用器件, 并采用芯片IMP813L设计看门狗电路, 使整个板子工作状态更加可靠。软件包括两部分: 与外部系统3350主板之间的通信编程和信号发生器本身的模拟编码发送编程。两部分软件在以单片机为核心的硬件支撑下, 能够良好稳定地输出所需的FSK信号。该方法具有通用性, 依据该原理可方便地产生其他模拟信号, 本卡在实际测量中的良好效果进一步证实了设计的合理性和正确性。

关键词: FSK; 看门狗; 单片机

中图分类号: TN702.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2011)05-0064-04

FSK Signal Generator Based on MCU

LI Pei-Jian¹ YIN Zhong-qiu² HU Jian-feng²

(1. Air Force Military Representative Office in Anshun, Anshun 561000, China;

2. Military Representative Office of PLA in No.124 Factory, Zhengzhou 450062, China)

Abstract: To generate and control the FSK signal, a design method based on MCU is given. The hardware is simple and practical devices, such as W77E58 MCU, high precision DAC chip, MAX232 and the operational amplifier. In order to ensure the more reliable work status, IMP813L chip is used to design the watchdog circuit. The software is composed of two parts: the communication programming of 3350 main board and the analog code programming of the signal generator. These softwares are supported by the hardware based on MCU, and the required FSK signal can be outputted stably. According to the principle of this method, the chip can easily generate other analog signals. The good result in practical application can prove the rationality and the validity of this design.

Key words: FSK; watchdog; MCU

FSK是一种广泛使用的调制方式,其调制采用2个不同频率的模拟信号(通常为正弦或余弦信号)来表示数字量:0和1。为了节约成本,提高设计的灵活性,设计了用单片机来进行模拟编码的结构与思路,同样,这一设计对其他模拟信号的产生同样具有借鉴意义^[1-3,10]。

本设计中的FSK信号发生器,主要是用来接收外系统产生的数字编码(二进制序列),将该数字编码转换为适合被测设备的FSK信号,以提供被测设

备的标准信号模拟和其他指标测试。下面将详细介绍设计的原理和细节。

1 硬件组成及工作原理

为简化设计,硬件设计采用了W77E58单片机、高精度的DAC芯片、MAX232和运算放大器等一系列简单实用器件。并采用芯片IMP813L设计了看门狗电路,以使得整个板子工作状态更加可靠^[4-7]。整

收稿日期:2011-07-28

基金项目:河南省创新人才工程项目(20040053)

作者简介:李培建(1980-),男,河南许昌人,学士,主要从事测控系统开发等方面的研究。

个硬件组成如图1所示。

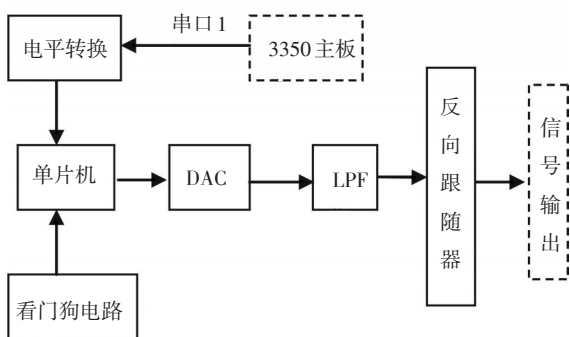


图1 硬件原理框图

如图1所示,3350主板(信号发生器的外部系统)的串口1通过“电平转换”单元与“单片机”串口相连接,从而使“单片机”能够通过串口获取3350主板的指令和数据信息。“看门狗电路”由芯片IMP813L组成,它用来监视整个系统的正常工作。“DAC芯片”是该电路的主要功能芯片,它的工作性能直接决定了输出信号的优劣。由于数模转换的特性,即信号可认为在冲激抽样后又乘了一个门函数,这一门函数使得信号的频谱被门函数频谱所卷积,从而扩展了频谱的宽度。所以,信号经过“LPF”将高频部分的噪声信号滤掉是必需的。“反向跟随器”的主要功能有2个:(1)增加输出的驱动能力;(2)对数模转换电路和其他电路阻抗隔离;信号通过“反向跟随器”后即可输出,进行后续信号的测试或变换处理工作^[8-9]。

2 电路的主要功能单元

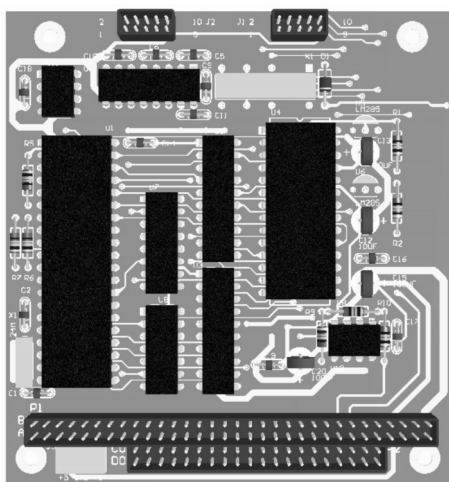


图2 D/A板的PCB视图

图2所示为该信号发生器卡的PCB结构,其中

一侧的PC104总线仅仅负责提供板卡工作所需的电源,以及和其他板卡之间的固定。信号发生器与外部系统3350主板之间的通信工作是通过串口1完成的。

(1) 单片机

单片机采用 Winbond 公司生产的 8 位单片机 W77E58,它是一个快速 8051 兼容微控制器;它的内核经过重新设计,提高了时钟速度和存储器访问周期速度。经过这种改进以后,在相同的时钟频率下,它的指令执行速度比标准 8051 要快许多。封装与管脚配置如图3所示。

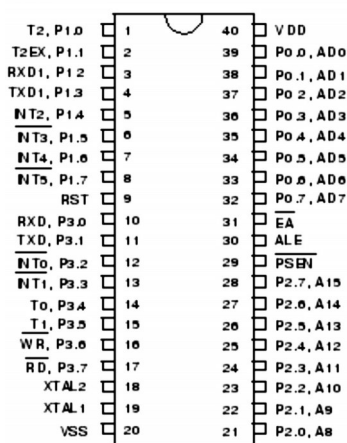


图3 40-Pin DIP封装

(2) DAC芯片

DAC 芯片采用的是 12 位的 Burr-Brown 公司的 DAC7625。它接收 12 位的并行输入数据,并且提供了双缓冲器来存放输入数据,可同时输出四路模拟信号。它具有异步的 reset 端,当该管脚电平有效时,所有寄存器的值都被设置为 000H。它可以采用+5 V 的单极性电源或者-5 V,+5 V 的双极性电源供电,具有低功耗(仅为 20 mW),灵敏度高的优点。采用不同的接法可以单端输出 0~+2.5 V,或者双端输出 -2.5~+2.5 V 的电压。在设计中采用的是双端输出。DAC7625 的输入数据为二进制格式,转换为十进制数记作 N。则输出计算式为

$$V_{OUT} = V_{REFL} + \frac{(V_{REFH} - V_{REFL})N}{4096} \quad (1)$$

需要说明的是这个等式并未包括零漂和满量程的误差计算。

(3) 看门狗电路

看门狗电路连接关系见图4,IMP813L的RESET 输出一路直接和单片机的 reset 端相连(高电平有

效),另一路经过一个反相器后与DAC芯片的reset端相连(低电平有效),而IMP813L的WDI端则连接了W77E58的INT0端。这样单片机程序中只有在要求的时间间隔内通过WDI端“喂狗”才能保证整个转换板的正常工作,如果程序跑飞或者出现故障则不能正常“喂狗”,那么单片机和DAC芯片将会在IMP813L的RESET输出控制下进行重新启动,从而起到了监视电路的作用^[11-12]。

(4) 其他单元

“电平转换”单元主要由MAX232芯片及其外围电路完成,主要负责RS232电平和TTL电平的转换工作,以使得单片机能够接收从主板来的串口信号,完成正常通信。

“低通滤波”单元则是采用典型的二阶低通滤波器进行信号的滤波处理,为了保证能够有效滤除高频噪声,考虑到信号的最高频率为4 kHz,故选择截止频率约为8 kHz。“电平转换”单元和“低通滤波”单元电路非常简单,故在此不再赘述。

“反向跟随器”电路组成为一个运放和2个阻值相等的电阻(R8和R9)所组成。电路连接如图5所示,主要作用为阻抗隔离和增加输出驱动能力。

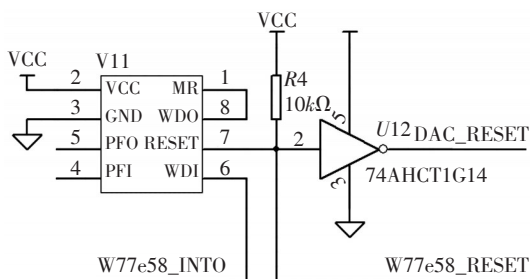


图4 看门狗电路

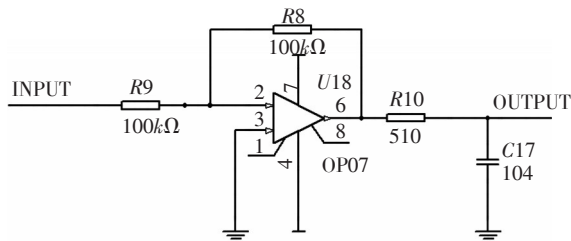


图5 反向跟随电路

3 软件设计

软件设计是本信号发生器的重点与核心。软件设计包括2个部分:与外部系统3350主板之间的通信编程和信号发生器本身的模拟编码发送编程(主要针对

对某型设备的2FSK信号),下面分别进行介绍。

3.1 与3350主板之间的通信

3350主板是信号发生器的信号输入源,它根据测试对象产生测试编码(0,1序列码);它与信号发生器之间的通信步骤如下:

(1)单片机上电复位,初始化各个芯片,打开串口,做接收数据准备。

(2)3350主板发送“地址识别码(10个0x77)+清空接收区请求(0x11)”,信号卡收到数据后判断地址识别码是否为0x77,如果是则清空所有接收区,清空完毕后回复主板表示清空完毕(0x66),做好接收数据准备。其中地址识别码是为了使本信号卡识别3350主板发送信息的收信对象。

(3)3350主板方面按照“地址识别码(10个0x77)+同步信息码(10个0xfe)+被测设备识别信息码+测试长度信息码+测试码序列+结束码(10个0xff)”的格式,生成待发送的数字序列,当接收到第(2)步中的清空完毕回复后,发送生成的该数字序列。

(4)信号发生器接收到3350主板发来的数据后,辨别数据的地址识别码,如正确则提取其中的被测设备识别信息码、测试长度信息码和测试码序列。根据设备识别信息码调用相应的编码程序,根据测试长度信息码将定长的测试码序列放入指定存储区域中,等待编码。

(5)如果信号产生器接收到的数据格式不对或者数据提取有误,则发送重新发送请求“地址识别码(10个0x77)+10个0x99”。3350主板接收到重新发送请求后,确认信源设备,然后重复第(3)步到第(5)步,直到正常接收到测试数据,最后回复主板接收正确的应答信息“地址识别码(10个0x77)+10个0x66”。主板接收到该应答信息后进行结果显示和其他的处理工作。

3.2 FSK信号的编码与发送

下面,以FSK信号的生成为例来说明一下如何进行模拟信号编码。在这里,需要明确的是:某设备的二线信号2个频率为 f_0 和 f_1 ,传输速率为1 200 bps或者600 bps,测试中采用的是1 200 bps。那么,其软件编码步骤为:

(1)计算标准正弦信号在一个周期内的值(均匀取100个点),将振幅设定为2.5 V计算出相应的电压

值,进而对应出数模转换芯片的数字量,将这些数字量制表存储进单片机的存储空间。每个数字量代表的是一个输出点,这些数字量就用来描点逼近模拟正弦信号,当然,如果存储空间和数模转换芯片的速度允许的话,采样点数可以进一步的增加。

(2)根据 f_0 和 f_1 的频率,计算在各自频率下点与点之间的转换时间(也就是各个点的保持时间)。以100个点为例,保持时间分别为

$$T_{\text{hold1}}=1/f_0/100(\text{s}) \quad (2)$$

$$T_{\text{hold2}}=1/f_1/100(\text{s}) \quad (3)$$

(3)根据1200的波特率,计算各个符号也就是“1”或者“0”的持续时间,并结合第(2)步得出的时间算出每个符号应该发送的点数 N_1 和 N_0 。

$$N_1=1/1200/T_{\text{hold1}}(\text{个}) \quad (4)$$

$$N_0=1/1200/T_{\text{hold2}}(\text{个}) \quad (5)$$

(4)将“1”和“0”对应的数字量点数和各个点的持续时间制表存储,编制相应的程序,等待发送。例如:设“1”其对应的频率为 f_1 ,则发送“1”需要 N_0 个第一步存贮的正弦值点(一个周期逐个点发送完毕后继续下一个周期的发送)。这样,编写单片机程序时,可以采用一个计数器用来记录发送的点数,另外采用一个定时器来保证一个点发送的时间 T_{hold2} 。这样就完成了一个符号“1”的发送。同样,符号“0”的发送方法可以很容易得到。

(5)根据主板发送来的装备识别信息码和测试长度信息码,在相应的存储区取出测试码序列,逐比特按照“1”和“0”对应的发送方法,进行数模转换。

4 结 论

通过上面的方法和步骤,就可以产生2FSK信号,这种信号通过专用的二线口接口发送出去,就可以对被测设备进行相关的模拟和测试了。当然,上述步骤仅仅产生了一种特定模拟信号(2FSK信号),

对于其他信号虽然在信息格式上有所差异,但从原理上看,都是可以通过描点的方法进行模拟逼近的,所以上述方法是具有通用性的。在实际测量中,采用上述方法和步骤产生的模拟信号(比如2FSK信号)在测量对应的通信设备的时候,效果良好,进一步证实了本卡设计的合理性和正确性。

参考文献

- [1] Byungyang Ahn, A Study On a High-Speed Gaussian Random Number Generator, IEEE Asia Pacific conference On circuit and system, November 18- 21, 1996, Seoul, Korea.
 - [2] Dong-U lee, Wayne Luk,John-D villasenor ,Peter Y.K. Cheung ,A Gaussian Noise Generator for Hardware-Based Simulations, IEEE transactions on computers, 2004, (53): 1523-1533.
 - [3] 方再根. 计算机模拟和蒙特卡洛方法[M]. 北京: 北京工业学院出版社, 1988, 6.
 - [4] 张萍, 戴光明. 高斯随机噪声实时生成方法实现研究[J]. 电子技术应用, 2004, (4): 10-12.
 - [5] 尹中秋. 基带通信中常见噪声的产生方法研究[J]. 微机计算机信息, 2006, 22, (11).
 - [6] 尹中秋. 情报指挥控制系统中的误码率测试研究[D]. 2007, 3: 23-38.
 - [7] 王作斌, 张建民, 包国彬. PLD在数字信号处理系统中的应用[J]. 光电技术应用, 2005, 20(6): 43-45.
 - [8] 周强, 李世成, 耿晓蕾, 等. 一种新型任意波形发生器的设计[J]. 光电技术应用, 2006, 21(6): 42-44.
 - [9] 许珉, 郑文棋. 基于单片机的低压脉冲发生器研制[J]. 电力自动化设备, 2009, (3).
 - [10] 赵宏, 逢志刚. 80C196KC单片机的应用设计[J]. 光电技术应用, 2003, 18(4): 60-62.
 - [11] 包国彬, 张建民, 刘赢. 单片机复位电路的设计与分析[J]. 光电技术应用, 2005, 20(3): 66-69.
 - [12] 吴允平, 蔡声镇. 单片机程序的限时服务策略及设计[J]. 系统工程与电子技术, 2004, (11).
-
- (上接第23页)
- [7] 卢予宏, 陈继勤, 陈溪芳, 等. 单晶光纤生长特性[J]. 人工晶体学报, 1989, 18(12): 293-297.
 - [8] 顾菊观, 沈永行, 陈曙英, 等. LHPG法单晶光纤生长中的熔区控制技术[J]. 材料科学与工程, 2001, 19(4): 20-23.
 - [9] 卢予宏, 赵先胜, 陈继勤, 等. 单晶光纤生长条件及控制[J]. 人工晶体学报, 1989, 18(6): 154-159.
 - [10] M Macatro, M Peres, C P L Rubinger. Structural and optical properties on thulium-doped LHPG-grown Ta₂O₅ fibers [J]. Microelectronics Journal, 2009, 40(2): 309-312.
 - [11] Jyh-Chen Chen, Chao-Chang Hu. Quantitative analysis of YIG, YFeO₃ and Fe₃O₄ in LHPG-grown YIG rods[J]. Journal of Crystal Growth, 2003, 249(2): 245-250.
 - [12] 张松斌, 董纬豫, 童利民, 等. Al₂O₃单晶光纤生长及光学特性[J]. 人工晶体学报, 1993, 22(2): 202-206.