

基于微处理器的数字信号传输性能分析仪的研究

潘添翼 荣 军 汪明先 彭 翔 章小龙

(湖南理工学院信息与通信工程学院, 湖南 岳阳)

摘 要: 根据数字基带传输系统的基本原理, 设计了一套基于微处理的简易数字信号传输性能分析仪, 系统主要由数字信号发送模块、信号传输模块和数字信号接收分析模块三部分构成, 其中信号发送模块由数字信号发生器和信道模拟低通滤波器等组成。整个系统采用微处理器STM32F103实现码元速率的控制、信道切换、噪声电平调节、扩频与解扩以及同步信号的提取。系统经测试, 解码的曼彻斯特编码数据与发送端完全一致, 同步信号稳定和可靠。

关键词: 传输性能分析仪; 微处理器; 曼彻斯特编码; 眼图

Research on a Digital Signal Transmission Performance Analyzer Based on MCU

Pan Tianyi Rong Jun Wang Mingxian Peng Xiang Tong Xiaolong

(School of Information and Communication Engineering, Hunan Institute of Science and Technology, Yueyang, Hunan)

Abstract: According to the basic principle of digital base-band transmission system, simple digital signal transmission performance analyzer based on microprocessor is designed. The system mainly consists of digital signal transmitting module, signal transmission module, and digital signal receiving and analyzing module, of which the signal transmission module is composed of a digital signal generator and channel analog low-pass filter. The whole system uses a microprocessor, STM32F103 to realize the control of code rate, channel switching, noise level adjustment, spreading, disspreading, and synchronous signal extraction. It is proved after testing that the decoded Manchester encoded data is consistent with those of sending end, and the synchronization signal is stable and reliable.

Key words: transmission performance analyzer; microprocessor; Manchester encoding; eye diagram

0 引言

随着数字传输技术的广泛应用, 需要更多各种各样的通信测试仪器完成系统参数的测量与调试。数字传输性能分析仪作为一种数字通信系统设计与检测的设备在数字传输系统的工程施工与日常维护中发挥着重要的作用^[1,3]。本论文设计的是采用STM32F103实现的简易数字信号传输性能分析仪, 其传输数据速率为10~100kb/s范围, 并以10kb/s步进可调, 设计的截止频率为100kHz、200kHz与500kHz三个可选低通滤波器, 其带外衰减大于40dB/10倍频程, 通带增益在0.2~4.0 范围内可调; 并且设计了一个数据率为10Mb/s的m序列作为信道的加性噪声, 其输出峰值为100mV~TTL电平可调。

1 系统方案实现

根据设计要求, 构建了图1所示的系统方框图, 整个系统主要包括信号发送部分和信号接收部分。发送部分主要包括基于STM32F103的ARM最小系统板及其构成的人机交互界面, m码高速伪随机信号发生器, m码数字信号发生器及曼彻斯特编码电路,

截止频率为100kHz、200kHz、500kHz的3种通带增益可调的低通模拟滤波器; 接收部分主要包括信号接收预处理电路和基于ARM平台的信号处理平台。

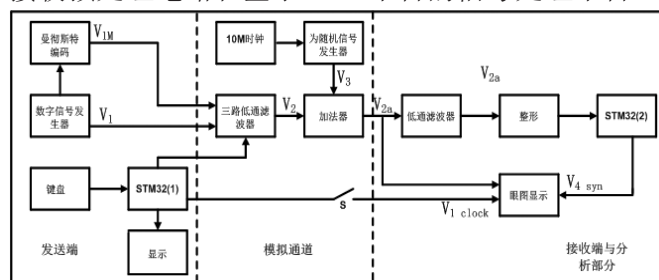


图1 系统实现原理框图

2 软硬件实现

2.1 信源电路

本系统所使用的信源为m序列与曼彻斯特码两种, 其中m序列V1的生成多项式为 $f_1(x)=1+x^2+x^3+x^4+x^8$, 将其输出与时钟相异或可得曼彻斯特码输出。为了可控输出信号的码型, 如图2所示的双输入端异或门的输入clk (clk为m序列发生器的时钟) 端添加了一个双输入的与门, 当CNT=1时, 控制异或门

输出m序列的曼彻斯特码编码；当CNT=0时，控制异或门输出系统所需的m序列。系统测试信道传输特性时所需的信号由它们提供^[4]。

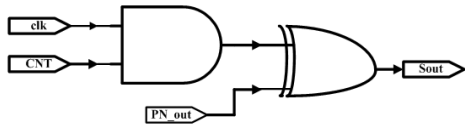


图2 信号输出电路图

2.2 伪随机信号发生器

本系统要求伪随机信号特征多项式最高阶次为12，因此需要两片移位寄存器74LS164级联得到所需抽头，然后将第一片74LS164的QA(x)、QD(x^4)、QH(x^8)和第二片74LS164的QD(x^{12})经过74LS86完成异或运算，并将结果反馈至第一片74LS164的输入端A，从而构成一个闭环。电位器分压组成的信号幅度调节器构成，原理图如图3所示。

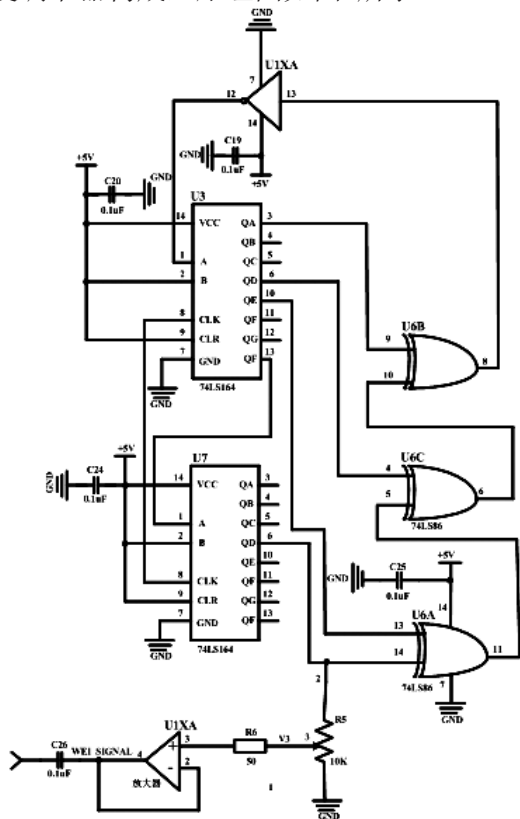


图3 伪随机信号发生电路图

2.3 滤波器电路

应用Filter Solution软件设计三阶有源低通滤波器，截止频率分别为100kHz、200 kHz和500 kHz。图4所示电路为截止频率为100kHz的低通滤波器，为了达到滤波器带外衰减不小于40dB/10倍频程，设计中采用三阶有源巴特沃斯低通滤波器实现60dB/10倍频程的带外衰减。另外两个200kHz和500kHz低通滤波器的电路形式不变，只需改变外围阻容元件参数即可^[5]。

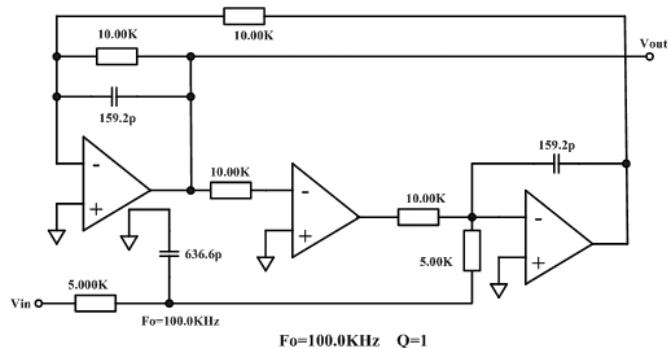


图4 低通滤波器电路图

2.4 整形电路

由于低通滤波器输出的信号，其幅度跨度很大，故在比较器前接两个钳位二极管，然后用运算放大器OPA690固定增益3.5倍放大后送入到迟滞比较器，进行波形整形，其整形电路如图5所示。

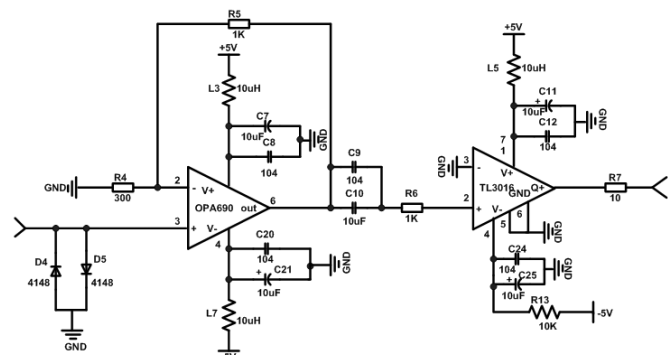


图5 整形电路原理图

2.5 系统软件实现

由于采用了曼彻斯特编码，数据和同步时钟统一编码，曼码中含有丰富的时钟信号，直流分量基本为零，接收器能够较容易恢复同步时钟，并同步解调出数据，具有很好的抗干扰性能，这使它更适用于信道传输。此处同步信号提取采用软件模式。根据曼码特点，首先通过测频得到通信速率，通过ARM片上定时器的捕获功能捕获脉冲下降沿，经过判决，确定是宽脉冲还是窄脉冲，如果是宽脉冲，延时 $T_b/2$ 产生周期为 T_b ，占空比为50%的时钟信号输出，此时钟即为 $V4_{-syn}$ ，首次定时 $3T_b/4$ 对整形后的输入进行采样，存入firstCode单元，以后全部采用 $T_b/2$ 作为采样间隔采样，结果存入secondCode，根据这两个单元的结果是上升沿还是下降沿判断当前的码元是1还是0作为 $V4$ 并实现 $V4$ 输出与 $V4_{-syn}$ 的同步，系统软件实现框图如图6所示^[6]。

图6 软件实现方框图（参见下页）

3 实验结果及分析

将待测信号输入模拟示波器的Y通道，将同步时钟信号输入X通道，如果时钟和码元数据实现

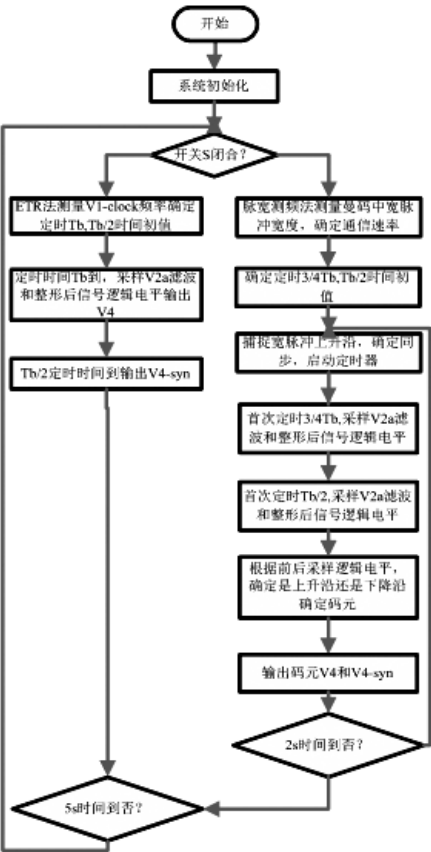


图6 软件实现方框图

同步，调整示波器触发电平就可以观察到眼图，实际测量到的眼图如图7所示。根据眼图7可以判断所设计的系统很好地达到了规定的技术指标。

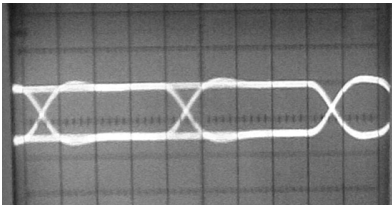


图7 实际测量的眼图

4 结论

本文所设计的基于微处理器的数字信号传输性能分析仪可以实现数据率范围为10~100kb/s，通过按键可以实现10kb/s的数据率调节，数据率的误差不大于1%，滤波器截止频率误差绝对值不大于10%，带外衰减不少于40dB且通带增益AF 在0.2~4.0的范围内可调。完成后的系统可以在示波器的协助下完成信号经信道传输后眼图的测试。

参考文献：

[1] 张骏, 宋杰, 丁昊. 基于FPGA的简易数字信号传输性能分析[J]. 电子测量技术. 2011,24(6):23-26.
[2] 袁利才, 洪杰. 简易数字信号传输性能分析仪的

设计与制作[J]. 黄冈师范学院学报. 2011,31(6): 72-74.

[3] 肖闯进. 基于FPGA的数字通信误码测试系统设计[J]. 常州工学院学报, 2006,19(5):32-34.
[4] 樊昌信, 曹丽娜. 通信原理[M]. 北京:国防工业出版社, 2006.
[5] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社, 2006.
[6] 张茂青, 李彦超, 张敏, 等. AVR单片机高级语言BASCOM程序设计与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2005: 115-118.

作者简介：

荣 军(1978-)，男(汉族)，湖南岳阳人，硕士，湖南理工学院信息与通信工程学院，讲师，主要从事开关电源、电机控制以及学生电子竞技指导研究
电子信箱：rj1219@163.com

基金项目：

2011年湖南理工学院挑战杯重点资助项目
(项目编号：2012004)
2012年湖南理工学院大学生思想政治教育特色建设项目

