

基于 SystemView 的 PCM 通信系统仿真

刘开健¹ 张海波¹ 吴光敏²

(1. 长江大学电子信息学院 湖北 荆州) (2. 昆明理工大学理学院 云南 昆明)

摘 要: 文章借助 SystemView 软件, 以一个完整的 PCM 通信系统为例, 详细地描述了 SystemView 通信系统仿真的过程以及仿真的结果分析, 形象地阐述了一个完整的通信系统, 从而加深了对通信原理理论的理解。同时, 该仿真还可以推广到其它通信系统。

关键词: PCM; 通信系统; 仿真; SystemView

中图分类号: TP391.9 文献标识码: B 文章编号: 1004-9134(2007)05-0072-03

0 引言

在通信原理的教学过程中, 一直注重理论的教学, 但是深奥的理论难以理解, 很有必要以某种可见的、图形化的形式来加深对理论的理解。SystemView 的引入带来了直观的感受, 提供了完整的动态系统设计、仿真和可视化的分析环境, 可以构造各种复杂的模拟、数字、数模混合系统以及各种速率的系统, 主要用于电路与通信系统的设计和仿真^[1]。它利用功能元件库中的模块 Token 来代表一种处理过程, 在 SystemView 系统窗口中完成系统的设计。最后从分析窗中分析出仿真

的结果。在分析窗口中, 不仅可以显示信号波形, 还能对系统中的任意信号进行其它处理, 如频谱分析^[2]等。进一步加深了对通信原理的理解。

1 PCM 的仿真

PCM 系统是通信原理中的一个典型系统, 为了加深对 PCM 系统的理解, 这里设计了一个完整的 PCM 系统^[3], 包含通信原理中的所有基本内容, 包括模拟信号到数字信号的转化、数字信号的复用、数字信号从基带调制到载带、解调、解复用、内插恢复出模拟信号, 如图 1 所示。

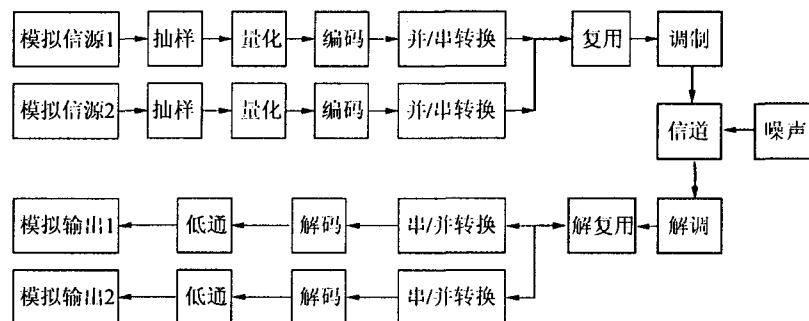


图 1 PCM 通信系统

模拟信源通过抽样, 变为离散信号, 然后做量化、编码, 变为数字信号。这里的量化为 PCM 对数量化, 为非均匀量化, 编码后的数据为并行数据, 但是传输过程为串行传输方式, 需要做并/串转换。由于需要增大信道的利用率, 一般采用复用方式共享信道, 这里为两路时分复用。复用后, 通过调制, 把信号从基带变为频

带, 放到合适的信道中。调制方式多种多样, 可根据情况自行选择。接收到调制信号后, 解调、解复用, 得到各个支路信号, 然后做反变换, 通过低通滤波器, 得到还原后的模拟信号。

按照以上理论框图, 利用 SystemView 的通信库元件, 得到以下仿真, 如图 2 所示。

第一作者简介: 刘开健, 女, 1981 年生, 助教, 2003 年毕业于中国人民解放军重庆通信学院通信工程专业, 现就读于昆明理工大学物理电子学专业(硕士研究生), 主要从事嵌入式系统的研究工作。邮编: 650093

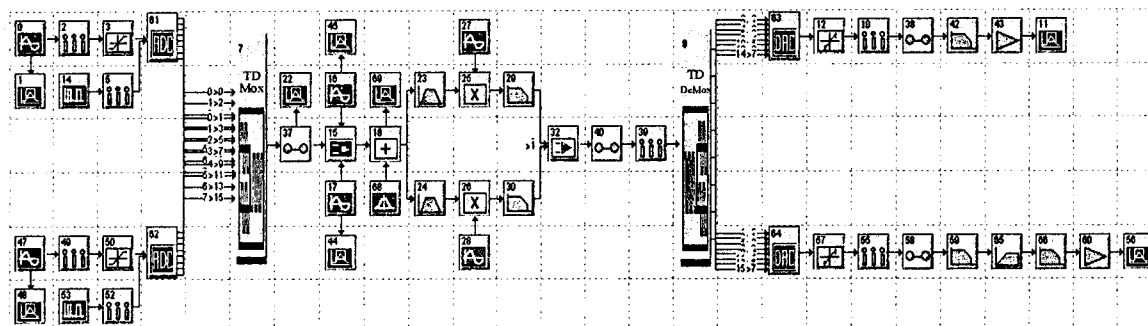


图2 PCM系统的SystemView仿真

模拟信源1为频率为1 kHz的正弦波,模拟信源2为频率为2 kHz的正弦波,通过抽样,非均匀量化后,通过A/D转换,把离散信号变为数字信号。通过TD MUX时分复用器同时实现并/串转化和时分复用,成为一路串行数字信号。这里要注意的是抽样时间和时分复用的时间的关系,这里的抽样频率为8 kHz,而TD MUX的time per input的参数为0.001 s。由于抽样后的仿真点数与原来模拟信号的仿真点数不一致,中间可能出现错误,这时需要加入Hold单元来补偿缺失的仿真点数。从原理上讲,应当将数字信号调制,然后通过信道,再解调,这里为了简化实现的复杂度,用了比较简单的2FSK调制方式,通过单刀双掷开关来实现。而信道用了简单的线型信道,直接添加了一个高斯噪声,高斯噪声的均方误差为0.01。对于解调,用了相干解调法,两路支路分别通过相应的带通滤波器滤除不要的信号,通过与原始载波相乘,然后通过一个窄带滤波器,得到原始分量,通过一个比较器,可以判断出是“1”还是“0”,得到解调后的数字信号。解调后的数字信号通过TD DeMUX,进行解时分复用,分别得到两路信号,这两路信号通过D/A转换,得到离散信号,通过逆量化、低通滤波器,就可以得到原始模拟信号。注意在逆量化模块后加入了Sampler和Hold模块,是为了使输出的仿真点数与原始一致,使信号的波形更接近于原始信号。另外,由于SystemView本质上是一个数字分析系统,因此在仿真的时间设置上,一定要满足抽样定理,即系统的仿真频率sample rate要大于系统模块中所有信号最大频率的2倍。

2 仿真结果分析

在仿真中,加入了大量的Analysis模块,可以随时观察各模块的输出波形。根据这些输出波形,还可以看到通信原理中非常重要的频谱以及频谱搬移现象。

(1)观察模拟信源1与接收信号1的overlay叠加波形,发现波形基本一致,如图3所示。说明整个系统能基本正常工作,能还原发送信号,但是发现有延时。分析整个仿真框图,发现是由于中间有很多滤波器,滤

波器的冲击函数都有延时,同时TD Mux处也有延时,因为实现过程中需要存储。

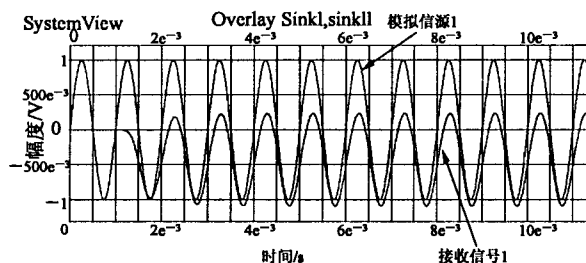


图3 模拟信源1与接收信号1的叠加图

(2)如果加大信道的噪声,把高斯噪声的均方误差由0.01改为0.2,发现输出的信号有明显的噪声,如图4所示。

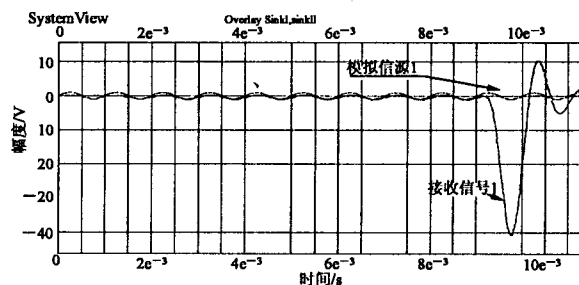


图4 信道噪声比较大时,模拟信源1与接收信号1的叠加图

(3)观察频谱图时,发现两个正弦波的频谱类似冲击函数,与理论符合,如图5所示。并且正常的输出与

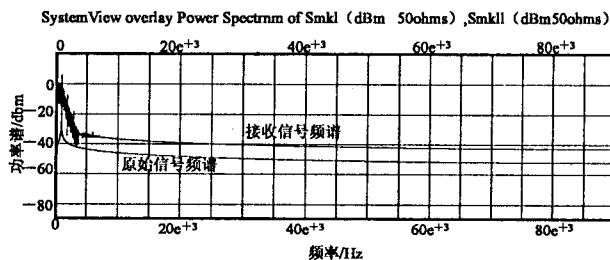


图5 原始信号频谱与接收信号频谱的叠加图

原始信号的频谱非常类似,只是有一点不一致,接收信号在零频率点有冲击,又因为输出信号有延时,延时为一段直流电平,直流电平的频谱在零频率点,故接收信号频率在频率零点有频谱存在。

4) 观察频谱搬移现象。观察调制后的信号频谱,发现随机的数字信号频谱在 40 kHz 和 80 kHz 处有比较强的信号,与理论的频谱类似,如图 6 所示。

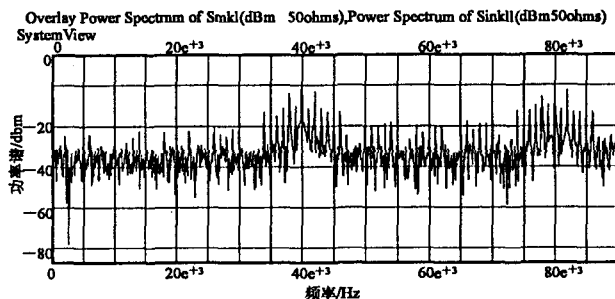


图 6 调制信号的频谱图

3 结论

以上的结果分析只是仿真结果的一部分,通过此结果分析,可以直接观察到各个模块的输出波形,更加

形象地理解通信原理的基本理论。同时,还可以按照此仿真系统改造其中的某些部分,用于其它通信系统的仿真,如可以将调制换成 2BPSK;解调过程中采用载波恢复等。

参考文献

- [1] 青松,程岱松,武建华. 数字通信系统的 SystemView 仿真与分析[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001
- [2] 罗卫兵. SystemView 动态系统分析及通信系统仿真设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2001
- [3] 周炯磐,庞沁华. 通信原理[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2005
- [4] 蒋青,于秀兰. 通信原理[M]. 北京:人民邮电出版社,2006

(收稿日期:2007-03-20 编辑:姜 婷)

(上接第 71 页)

模拟电缆盒来代替。因为在系统工作频率不高(CTS 井下信号模拟装置传输每个码元的时间为 10 μ s)的情况下,模拟电缆已经完全可以模拟实际电缆的工作特性。

2.5 辅助电路模块

主要完成井下主交流、辅交流和仪器工作状态监视及产生各个电路模块所需要的信号。仪器工作状态指示就是电源指示、推靠臂工作指示等。其中推靠臂的开关指示采用 DSP 输出控制信号驱动继电器工作,继电器上连接红绿两种颜色的灯,通过控制它们的亮和灭来指示推靠臂的开和关。

3 结束语

CTS 井下信号模拟装置可以广泛用于检测测井仪

器地面部分的工作状态。从实验结果可以看出,它能够完全代替井下仪器产生井下信号发送给地面仪器,以检测地面仪器是否工作正常。CTS 地面模拟装置的研发,对 CTS 测井设备地面系统的维修及检测具有很好的实用价值。

参考文献

- [1] 《测井学》编写组编. 测井学[M]. 北京:石油工业出版社,1998
- [2] 求是科技. CPLD/FPGA 应用开发与工程实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2005
- [3] Analog Devices Inc. ADSP218x DSP Hardware Reference [M]. 2001

(收稿日期:2007-04-25 编辑:姜 婷)

本刊加入“万方数据”——数字化期刊群的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,我刊现已入网“万方数据——数字化期刊群”,所以,向本刊投稿并录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入“万方数据——数字化期刊群”,进入因特网提供信息服务。凡有不同意见者,请另投它刊或特别声明需另作处理。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

“万方数据——数字化期刊群”是国家“九五”重点科技攻关项目。本刊全文内容按照统一格式制作,读者可上网查询浏览本刊内容,并征订本刊。

网址:<http://www.wanfangdata.com.cn>

《石油仪器》编辑部