

本书含光盘一张

罗卫兵 孙桦 张捷 编著

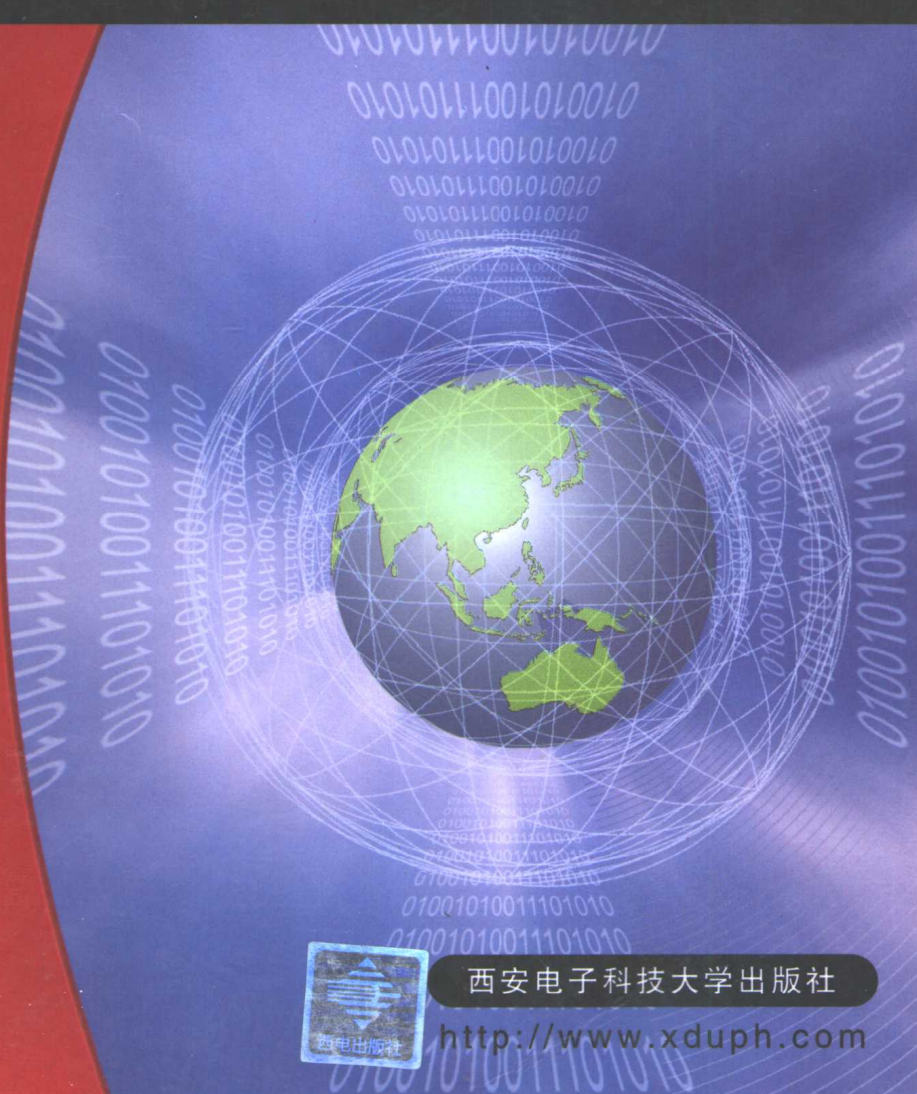


SystemView

动态系统分析

及通信系统仿真设计

- ▶ SystemView动态系统仿真软件
- ▶ SystemView的图符库
- ▶ 滤波器与线性系统
- ▶ 模拟线性调制系统
- ▶ 模拟角度调制系统
- ▶ 通信系统中的锁相环
- ▶ 数字信号的基带传输
- ▶ 数字信号的载波传输
- ▶ 模拟信号的数字传输
- ▶ 有关扩频通信系统的仿真
- ▶ 通信系统的同步原理
- ▶ 差错控制编码
- ▶ 无线移动信道
- ▶ 比特误码率测试
- ▶ SystemView的其它相关内容



SystemView
BY ELANIX



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

SystemView

动态系统分析及通信系统仿真设计

罗卫兵 孙桦 张捷 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

随着计算机技术的发展,系统仿真技术在电子工程领域的应用已越来越广泛,信号级系统仿真软件 SystemView 的出现标志着仿真技术在通信领域的应用达到了一个新的水平。本书以读者最容易理解的方式介绍了 SystemView 系统软件的组成、安装及使用,通过大量的实际例子由浅入深地讲解了该软件的使用及有关通信系统模型的建立过程。

本书既是一本详细的 SystemView 软件使用手册,又是一本较好的电子技术、数字信号处理和现代通信系统原理的仿真实验教材,可作为通信专业本科生 EDA 实验教学的教材使用,也可作为硕士研究生或工程技术人员的技术参考书。

本书配有光盘,包含了 SystemView 4.5 学习版、书中的例子文件和一个完整的 SystemView 网上教学网页,对于想学习 SystemView 软件并迅速掌握该软件的读者,本配套光盘可满足您的需要。本书所涉及的许多例子都来源于作者丰富的教学实践和实际的工程应用经验,有较高的借鉴价值。

图书在版编目(CIP)数据

SystemView 动态系统分析及通信系统仿真设计 / 罗卫兵, 孙桦, 张捷编著.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.8

ISBN 7-5606-1043-9

I. S... II. ①罗... ②孙... ③张... III. ①动态系统—系统分析—应用软件, SystemView
②通信系统—系统仿真—应用软件, SystemView IV. TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 043926 号

责任编辑 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社 (西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安市第三印刷厂

版 次 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14.5

字 数 330 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 25.00 元 (含光盘)

ISBN 7-5606-1043-9 / TN·0183

*** 如有印装问题可调换 ***

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

SystemView 是美国 ELANIX 公司的注册商标。

SystemView[®] BY ELANIX 是美国 ELANIX 公司的注册商标，未经许可不得使用。本书附带光盘中的 SystemView 学习版软件经美国 ELANIX 公司授权随本书复制发行。以下是 ELANIX 公司为本书提供的软件使用授权书。



June 20, 2001

XiDian University Press

To whom it may concern:

Subject: "Dynamic Systems Analysis and Communication Systems Simulation Design by SystemView" publication.

This is to authorize XiDian University Press to bundle the Elanix Evaluation CD with the book "Dynamic Systems Analysis and Communication Systems Simulation Design by SystemView". This authorization is issued for 3 years beginning with this date and no royalties shall be paid to Elanix.

Sincerely

A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. C. Kobel". The signature is fluid and cursive, written over a horizontal line.

Andre C. Kobel
Vice President

AJS 62/03

符 号 说 明

由于本书涉及到大量的计算机仿真程序，而程序中无法输入斜体、希文字母，由程序产生的图例文字也如此，因此，为统一起见，本书中使用的符号均为正体；程序中采用国际上惯用的像形符号和音节符号，例如在输入参数时使用的 π ，在仿真程序参数设置时用字母 pi 代替；叙述中使用的某些符号如 ω_s ，FFT²，10⁺³ 等，在程序中用 ws，FFT^2，10e+3 代替。

前 言

SystemView 是一个用于电路与通信系统设计、仿真的动态系统分析工具，它能满足从信号处理、滤波器设计，直到复杂的通信系统数学模型的建立等不同层次的设计、仿真需要。SystemView 在界面友好而且功能齐全的 Windows 操作平台上，为用户提供了一个嵌入式的模块化分析引擎。使用 SystemView，只需将注意力集中在手中的任务和设计思想上，就可以实现复杂系统的建模、设计和测试，而不必学习复杂的计算机程序编制，也不必为程序中的 BUG 再伤脑筋。

本书的目的是使读者迅速地掌握 SystemView 的使用方法，从而能够很快进入 SystemView 的世界，利用这一强有力的工具进行电路及通信系统的设计、仿真。我们是从非常实用的角度来编写这本书的，希望能满足各高校在实验经费紧缺、高档实验设备缺乏的条件下，开展多门通信专业课程配套实验的要求。本书不是原版使用手册的简单翻译和拼凑，而是作者大量的教学实践、工程应用和科研成果的结晶。本书所涉及到的内容包括现代通信原理、数字信号处理、编码与调制技术、扩频通信原理等多门通信专业的专业课和专业基础课的知识。我们花了相当多的时间，不断地测试和验证书中所叙述的例子，最后采用读者最容易理解的方式将其写入书中，并尽可能做到图文并茂。

全书共分为三篇。第一篇是入门篇，主要讲述 SystemView 的安装、使用，以及与该软件相关的一些知识。这部分包含了一些简单的例子，通过对这些简单实例的学习，使读者达到快速入门的目的。第二篇是基础篇，含有大量的应用实例，几乎每一个内容都是一个完整的实验过程，内容涉及到通信理论的各个方面，其内容编排与大学本科通信专业的通信原理教材的内容编排基本一致，可以作为大学本科二年级以上学生的相关实验教材。第三篇是提高篇，以通信系统中的某个领域的课题作为研究对象，并以多个较为复杂的仿真电路实例来加以阐述，其中有不少是有关文献的最新研究成果，可以作为本科高年级学生的课程设计和研究生相关课程的实验指导。

作为教学改革的尝试，不少院校已经将 EDA 仿真设计作为培养学生系统设计能力的一个重要途径。除 SystemView 这一系统分析仿真软件外，目前比较流行的 EDA 软件还有很多，有基于系统的，也有基于线路的，如 MATLAB、Protel、LabView 等等，关于介绍这些软件使用方法的书已为数不少，而介绍 SystemView 的书却不多见，特别是针对教学实践环节而编写的书就更少，这就是我们为什么还要花许多时间和精力编写这本书的原因。

EDA 教学的一个明显特点就是离不开计算机的辅助。鉴于 PC 机和因特网已十分普及，在本书的配套光盘中，除了包含有本书所有的仿真实例外，还特别提供了一个完整的网上教学环境——SystemView 网络教室的网页。该教学环境按照本书的内容及编排次序配备有相关的教学内容，有条件的学校和老师只要直接将该网页的内容拷贝到一台局域网或广域网的 WWW 服务器上，便可进行 EDA 的网络化教学。通过网络，读者可以下载本书的例子、每一章节的电子文档。该网页另外还提供了一个简单的电子公告板（BBS）和一个在

线聊天室，供网上学习者进行交流和讨论。通过互联网络这一全新的媒介进行“学”与“问”研究也是一种新的教学方法的尝试。

本书的第一篇和第二篇由罗卫兵编著，第三篇由罗卫兵、孙桦、张捷共同编写，王永生教授主审。配套光盘的网页由武警工程学院通信工程系的严兴、马彩红两位同学设计完成。全书的例子由武警工程学院通信工程系王文君逐一实验，并进行了校订。十分感谢李翔鹏教授在百忙之中对全书的原稿进行了审阅，并提出了许多很有价值的修改意见。本书在成书过程中得到了西北工业大学电子工程系叶威、空军工程大学电讯工程学院陈树新和武警工程学院通信工程系张秦峰等人的大力支持，武警工程学院图书馆的何萍女士对全书进行了校对，在此一并表示感谢。

本书得到了 SystemView 软件中国地区总代理——北京泰科艾伦电子工程有限责任公司的大力支持，该公司提供了经 ELANIX 公司授权与本书一并发行的 SystemView 4.5 学习版软件，在此表示由衷的感谢！

有关学习版光盘的问题可以与北京泰科艾伦电子工程有限责任公司联系。

电话：(010) 62042889, 62042764

URL: <http://www.taikebj.com.cn>

有关本书的问题，请与作者直接联系。

E-mail: systemview@chinaren.com

URL: <http://systemview.home.chinaren.com>

由于时间较紧以及作者的水平有限，错漏之处恳请广大读者指教。

作 者

2001 年 3 月

目 录

第一篇 入 门 篇

第一章 SystemView动态系统仿真软件	3
1.1 概述	3
1.2 安装SystemView	5
1.3 SystemView的运行环境	6
1.3.1 系统窗口	6
1.3.2 工具条图标	6
1.3.3 系统菜单栏	8
1.4 设定系统定时窗口	12
1.5 图符库	14
1.5.1 基本图符（见表1.1）	14
1.5.2 扩展图符（见表1.2）	15
1.5.3 定义图符参数	15
1.6 分析窗口	16
1.6.1 分析窗口界面	16
1.6.2 分析窗口工具条	17
1.6.3 分析窗口菜单栏	18
1.7 练习——输入自己的第一个系统	19
1.8 分析窗口的接收计算器	21
1.8.1 接收计算机器的主要功能	21
1.8.2 练习使用分析窗口的接收计算器	23
练习题	26
第二章 SystemView的图符库	27
2.1 基本库	27
2.1.1 信号源库（见表2.1）	27
2.1.2 算子库（见表2.2）	28
2.1.3 函数库（见表2.3）	31
2.1.4 信号接收器库（见表2.4）	32
2.2 扩展功能库	33
2.2.1 通信图符库（见表2.5）	33
2.2.2 DSP库（见表2.6）	36
2.2.3 逻辑库（见表2.7）	39
2.2.4 射频/模拟库（见表2.8）	40

2.3 扩展的用户库	43
2.3.1 通信库2	43
2.3.2 IS95库 (CDMA/PCS)	44
2.3.3 数字视频广播库 (DVB) (见表2.11)	46
练习题	47
第三章 滤波器与线性系统	48
3.1 线性系统图符的参数设计	48
3.2 人工输入系数	49
3.3 从外部文件输入系统系数	50
3.4 有限冲激响应FIR滤波器设计	51
3.5 模拟滤波器设计	54
3.6 拉普拉斯Laplace系统	55
3.7 线性系统设计窗口中的根轨迹图和波特图	57
3.7.1 根轨迹图	58
3.7.2 波特图	59
3.8 滤波器系数的量化	60
3.9 用户自定义滤波器	61
练习题	62

第二篇 基础篇

第四章 模拟线性调制系统	65
4.1 常规双边带调幅 (AM) 与双边带信号	65
4.1.1 AM调制原理	65
4.1.2 双边带调制 (DSB)	67
4.2 AM超外差收音机的仿真	68
4.2.1 超外差接收机的工作原理	68
4.2.2 超外差收音机的SystemView仿真	68
4.2.3 对收音机选择性参数的进一步分析	71
4.3 单边带调制	72
4.4 AM、DSB、SSB信号的解调及抗噪声性能	74
练习题	74
第五章 模拟角度调制系统	76
5.1 调频 (FM) 与调相 (PM)	76
5.1.1 角度调制	76
5.1.2 窄带调频信号的解调	78
5.2 利用FM系统传输音频信号的实验	82
5.3 调频中的预加重与去加重	83
练习题	84

第六章 通信系统中的锁相环	85
6.1 锁相环的工作原理	85
6.2 一阶PLL实现的FM解调器	86
6.3 数字频率合成器	87
6.3.1 数字频率合成原理	87
6.3.2 直接式数字锁相环频率合成器的仿真	88
练习题	90
第七章 数字信号的基带传输	91
7.1 数字基带信号传输的无失真条件	91
7.2 验证奈奎斯特第一准则	93
7.3 眼图	94
练习题	97
第八章 数字信号的载波传输	98
8.1 二进制数字调制	98
8.1.1 二进制振幅键控调制(2ASK与OOK)	98
8.1.2 二进制移频键控(2FSK)	101
8.1.3 二进制移相键控及二进制差分相位键控(2PSK及2DPSK)	104
8.2 多进制数字调制	108
8.2.1 M进制数字振幅调制(MASK)	109
8.2.2 M进制数字频率调制(MFSK)	110
8.2.3 多进制数字相位调制(MPSK)	111
8.3 现代数字调制技术	113
8.3.1 正交幅度调制(QAM)	113
8.3.2 最小频移键控调制(MSK)	114
练习题	116
第九章 模拟信号的数字传输	117
9.1 抽样定理	117
9.1.1 低通信号的抽样定理	117
9.1.2 信号的采样与恢复仿真实验	117
9.2 脉冲编码调制(PCM)	120
9.2.1 脉冲编码调制原理	120
9.2.2 信号的压缩与扩张仿真实验	121
9.3 增量调制(ΔM)	123
9.3.1 预测编码的工作原理	123
9.3.2 增量调制(ΔM)工作原理	123
9.3.3 增量调制的仿真	124
练习题	126

第三篇 提高篇

第十章 有关扩频通信系统的仿真	129
10.1 直接序列扩频	129
10.1.1 扩频技术的理论基础	129
10.1.2 直接序列扩频原理	130
10.1.3 直接序列扩频系统的仿真	130
10.2 扩频系统中的PN码	133
10.2.1 扩频码的特性	133
10.2.2 伪随机序列的产生	133
10.2.3 m序列产生器的结构	135
10.2.4 PN码发生器仿真图符的参数设置	136
10.3 复合码	137
10.3.1 戈尔德 (Gold) 码	137
10.3.2 JPL码	138
10.4 带有参考信号的直接序列扩频系统	140
10.4.1 发射参考信号的码同步方式	140
10.4.2 发射参考信号法	140
10.4.3 参考法直序扩频实验电路	141
10.4.4 系统性能分析及仿真	144
练习题	147
第十一章 通信系统的同步原理	148
11.1 载波同步	148
11.1.1 插入导频法	148
11.1.2 直接法	151
11.2 滑动相关同步器	152
11.3 帧同步与巴克码	155
11.3.1 巴克码	156
11.3.2 巴克码识别器仿真	157
练习题	158
第十二章 差错控制编码	159
12.1 信道错误种类及纠错编码的相关名词	159
12.1.1 信道错误种类	159
12.1.2 差错控制方式	160
12.1.3 差错控制编码的基本原理	160
12.1.4 差错控制编码的分类	160
12.1.5 与纠错编码的有关名词	161
12.2 几种常用的简单编码	161

12.2.1 奇偶校验码	161
12.2.2 恒比码	161
12.3 线性分组码	162
12.3.1 线性分组码的基本概念	162
12.3.2 (7, 4) 汉明码的编译码仿真	163
12.4 循环码	166
12.4.1 循环码的概念及性质	166
12.4.2 循环码的生成多项式	167
12.4.3 循环码的生成矩阵与监督矩阵	168
12.4.4 循环码的编码器	171
12.4.5 循环码的译码	171
12.5 BCH码	172
12.5.1 本原循环码	172
12.5.2 BCH码的生成多项式	173
12.5.3 BCH译码	173
12.5.4 RS码	174
12.5.5 分组纠错码的仿真	174
12.6 卷积码	176
12.6.1 卷积码的结构和描述	176
12.6.2 卷积码的译码	177
12.7 交织编码	179
练习题	181
第十三章 无线移动信道	182
13.1 电波传播与无线信道	182
13.1.1 无线信道的特性	182
13.1.2 无线信道的模型	183
13.2 Jake移动信道	184
13.2.1 Jake移动信道模型	184
13.2.2 Jake信道仿真实验	185
13.3 多径衰落信道	187
13.3.1 Rice衰落信道	187
13.3.2 Rummmler衰落信道	188
13.3.3 自定义多径信道	190
13.4 窄带干扰信道 (NBI)	191
13.4.1 NBI信道模型	191
13.4.2 NBI信道仿真实验	191
练习题	192
第十四章 比特误码率测试	193
14.1 用SystemView产生比特误码率 (BER) 曲线	193

14.1.1 一个简单高斯噪声信道模型的BER仿真	193
14.1.2 全局变量的关联与BER曲线的生成	196
14.2 BER测试中的系统定时问题	199
练习题	201
第十五章 SystemView的其它相关内容	202
15.1 SystemView的自动程序生成 (APG)	202
15.2 用SystemView设计FPGA	205
15.2.1 与Xilinx核生成器的联合设计环境	205
15.2.2 FPGA联合设计环境的软件要求	206
15.2.3 用SystemView设计一个FPGA兼容的FIR滤波器	206
15.3 与MATLAB的接口——M-LINK	210
15.3.1 M-LINK的主要功能	210
15.3.2 建立SystemView下的MATLAB函数库	210
15.3.3 参数传输及基本函数描述	213
15.3.4 一个使用M-LINK仿真的例子	214
15.4 SystemView 4.5版的新增功能	214
15.4.1 新增部件	215
15.4.2 新增功能	215
参考文献	217

SystemView

第一篇 入门篇

SystemView 的安装与操作

SystemView

本篇由3章组成。第一章以 SystemView 软件的 4.0/4.5 版本为基础,介绍了 SystemView 的安装及快速入门。以前使用或接触过该软件的读者可跳过此章,直接从第二章开始学习;第二章主要对 SystemView 所包含的应用资源库按图符的类别以图标形式进行了排列,将十几本软件使用手册中各图符的主要功能说明、参数设置全部浓缩在这一章中,以便于读者随时查阅;第三章对后续章节需要频繁使用的滤波器与线性系统的设计手段进行了详细的介绍,即如何利用 SystemView 的算子库中的线性系统图符来设计所需的滤波器及线性系统。

第一章 SystemView 动态系统仿真软件

1.1 概 述

SystemView 是一个信号级的系统仿真软件，主要用于电路与通信系统的设计、仿真，是一个强有力的动态系统分析工具，能满足从数字信号处理、滤波器设计，到复杂的通信系统等不同层次的设计、仿真要求。SystemView 借助大家熟悉的 Windows 窗口环境，以模块化和交互式的界面，为用户提供了一个嵌入式的分析引擎。使用 SystemView 时，用户只需要关心项目的设计思想和过程，用鼠标点击图标即可完成复杂系统的建模、设计和测试，而不必花费太多的时间和精力通过编程来建立系统仿真模型。

在对 SystemView 的功能展开系统论述之前，我们首先简单介绍 SystemView 仿真系统的特点。

1. 能仿真大量的应用系统

该系统能在 DSP、通信和控制系统应用中构造出复杂的模拟、数字、混合和多速率系统。系统具有大量可选择的库，允许用户有选择地增加通信、逻辑、DSP 和射频 / 模拟功能模块，特别适用于无线电话（GSM、CDMA、FDMA、TDMA、DSSS）、无绳电话、寻呼机和调制解调器以及卫星通信系统（GPS、DVBS、LEOS）等的设计；能够仿真（C3x、C4x 等）DSP 结构；可进行各种系统时域/频域分析和频谱分析；能够对射频 / 模拟电路（混合器、放大器、RLC 电路和运放电路）进行理论分析和失真分析。

2. 快速方便的动态系统设计与仿真

SystemView 使用了用户熟悉的 Windows 界面和功能键，使用户可以快速建立和修改系统，并在对话框内对系统参数进行快速访问和设置，达到实时修改、实时显示的操作效果。用户只需简单地用鼠标点击图符即可创建连续线性系统、DSP 滤波器，并输入 / 输出基于真实系统模型的仿真数据，不用写一行代码即可建立用户所需的子系统库（MetaSystem）。

SystemView 图符库包括几百种信号源、接收端、操作符和功能模块，提供了从 DSP、通信、信号处理、自动控制，到构造通用数学模型等的应用模块。信号源和接收端图符允许在 SystemView 的内部生成和分析信号，并形成可供外部处理的各种文件格式，同时还提供了相应的输入/输出数据接口。

3. 在报告中方便地加入 SystemView 的结论

SystemView 通过 Notes（注解）很容易地在屏幕上对系统进行描述和说明，生成的 SystemView 系统和输出的波形图可以很方便地通过使用复制（copy）和粘贴（paste）命令插入到微软的 Word 等文字处理软件中进行编辑。

4. 提供基于组织结构图方式的设计

通过利用图符和 MetaSystem (子系统) 对象的无限制分层结构功能, SystemView 能够很容易地建立复杂的系统。用户首先可以定义一些简单的功能组, 再通过对这些简单功能组的连接进而实现一个大系统, 利用系统提供的子系统结构功能可以将这个大系统形成一个对应的新子系统, 这样, 单一的图符就可以代表一个复杂系统。MetaSystem 的操作方法与系统提供的其它图符的使用方法类同, 只要用鼠标器单击一下该子系统, 就会出现一个特定的窗口来显示出复杂的 MetaSystem 结构。但是在 SystemView 的学习版中没有 MetaSystem 图符功能, 必须升级到专业版才有此功能。

5. 多速率系统和并行系统

SystemView 可以对具有多种数据采样率输入的系统进行合并, 以简化 FIR 滤波器的执行, 这种特性尤其适合于同时具有低频和高频部分的通信系统的设计与仿真, 该特性有效地提高了整个系统的仿真速度, 而在局部又不会降低仿真的精度, 同时还降低了系统对计算机硬件配置的要求。

6. 完备的滤波器和线性系统设计

SystemView 包含一个功能强大的、很容易使用的图形模板设计环境, 便于模拟和数字以及离散和连续时间系统的设计, 同时还包含大量的 FIR/IIR 滤波器类型和 FFT 类型, 并提供了便于用 DSP 实现滤波器或线性系统的参数。

7. 先进的信号分析和数据块处理

SystemView 的分析窗口是一个能够对系统波形进行详细检查的交互式可视环境。分析窗口还提供了—个能对仿真生成的数据进行先进的块处理操作的接收计算器。

接收计算器的块处理功能十分强大, 内容也相当广泛, 能够完全满足通常所需的分析要求。这些功能包括: 应用 DSP 窗口、余切、自动关联、平均值、复杂的 FFT、常量窗口、卷积、余弦、交叉关联、习惯显示、十进制、微分、除窗口、眼图模式、功能比例尺、柱状图、积分、对数基底、求模、相位、最大/最小值及平均值、乘波形、乘窗口、非、覆盖图、覆盖统计、自相关、功率谱、分布图、正弦/余弦、平滑 (移动平均)、谱密度、平方、平方根、窗口相减、波形求和、窗口求和、正切、层叠、窗口幂、窗口常数等。

SystemView 还提供了—个真实而灵活的窗口, 用以检查系统波形。内部数据的图形放大、缩小、滚动、谱分析、标尺以及滤波等全都是通过敲击鼠标实现的。

8. 可扩展性

SystemView 允许用户插入自己用 C/C++ 编写的用户代码库, 插入的用户库自动集成到 SystemView 中, 如同系统内建的库—样使用。

9. 完善的自我诊断功能

SystemView 能自动执行系统连接检查, 并显示连接的出错信息和指出出错的图符, 这个特点对用户系统的诊断是十分有效的。

总之, SystemView 的设计者希望它成为一种强有力的基于个人计算机的动态通信系统仿真工具, 以达到在不具备先进仪器的条件下同样也能完成复杂的通信系统设计与仿真