



通信原理 仿真、设计与实训

代永红 郑建生 刘彦飞 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

通 信 原 理

仿真、设计与实训

代永红 郑建生 刘彦飞 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

前 言

“通信原理”是通信与电子信息类专业的一门重要的专业基础课程,是初学者学习与掌握通信系统原理与理论及其相关概念的主要课程。通信系统的实践水平高低决定着学生对通信原理理论的理解与掌握程度。长期以来,高校缺少较为系统的针对通信原理实践方面的实验教材,本书以武汉大学电子类专业的实践教学改革的需求为契机,针对西安电子科技大学樊昌信教授的“通信原理(第5版)”的内容的要求,在编者多年的教学与实践经验的基础上,设计了《武汉大学通信原理实验箱》,同时编写了《通信原理仿真、设计与实训》的实验教程,希望能够为初学者带来一定的帮助。本教材适合于电子信息类专业的本科生作为“通信原理”课程的实验教材或者“通信电子线路”课程设计的实验教材,以及培训通信原理工程实践人员的工程参考书籍。

通信实践教育的关键在于创新,设置实践课程的目的立足于学生的一般认知习惯以及相应的学习规律。重要考虑在实践教学中学什么、思考什么,以及在实践教学中学、如何思考,还有实践教学中怎样培养学生的自主性,在实践教学中学如何创新。现代信息技术的发展,改变了传统的教学观念,尤其是计算机信息技术的发展,要求我们树立现代通信课程的教学观念。随着信息技术在教学中的广泛应用,特别是计算机信息技术的广泛应用,整个教学系统受到了巨大冲击,传统的教育体制、教育内容、学习方式等都将发生大的变化。本教材利用当下流行的通信系统仿真软件 SystemView 对每一个模块进行了相应的仿真,给出了仿真例程与结果,帮助学生学习与掌握相关的概念。针对于硬件的实现,本书给出了 VerilogHDL 程序,给出的程序都是通过了仿真并下载到实验板经过测试后的,目的是尽可能地减少疏漏。

本书共分为 11 章。第 1 章、第 2 章、第 3 章分别介绍了通信系统的基本概念以及仿真软件 SystemView 的基本情况与使用方法,还介绍了通信系统的硬件实现方法与相应的 EDA 工具。第 4 章介绍数字信源,信源是通信系统中必需的一个内容,通信系统中的各级都是完成对信源的各种对应的操作,通过学习帮助学生明确通信数据产生的原理以及其遵循的基本规则。第 5 章介绍数字信号的编码与解码,帮助学生理解通信过程中基带数据的传输规程。第 6 章介绍了数字基带通信,通过学习让学生了解数据通信的基本概念,建立对通信系统感性的认识。第 7 章介绍了数字调制,讨论了各种数字调制方式及其实现。通过学习让学生建立通信系统频带通信的概念,理解通信系统的频带传输机制以及通信系统的发射单元的组成与原理。第 8 章介绍了数字解调,针对不同调制方式给出

解调的实现。通过学习让学生理解通信的接收单元必须完成的功能以及各个功能单元的设计实现。第9章介绍载波同步,同步是通信系统非常重要的内容,通信系统的正常工作与收发系统能否同步密切相关,数据通信必须在同步的基础上才能够建立,通过学习让学生明确通信同步的意义。第10章介绍模拟信号的数字化以及数字信号的模拟化,通过学习要求学生建立模拟与数字的结合点,掌握模拟信号和数字信号之间的转换方法。第11章介绍综合通信系统,通过学习和实践建立一个通信系统的基本的概念。

本书在编写的过程中得到了武汉大学电子信息学院院系领导的大力支持,正是在领导们的关怀下,我们的通信原理实验箱才能够从2004年使用到现在。还要感谢通信原理课程组周建国教授、谭莹教授及其他各位老师的大力支持,他们在使用本书的过程中给出了宝贵的意见。实验室的研究生李超然、王冲、林柄章、范火文等在通读本书的过程中给出了宝贵的意见,在这里表示衷心的感谢。由于编者水平有限难免有不足之处,恳请各位参阅者不吝指正。本书作者的联系方式是 yhdai@whu.edu.cn,欢迎来信交流。

编者

2010年12月

目 录

第1章 概述	1
1.1 通信系统的基本概念	1
1.1.1 通信系统的分类	1
1.1.2 通信系统的基本模型	5
1.1.3 通信实践课程的内容体系	6
1.2 通信实验课程设置的目的是、意义	6
第2章 通信原理仿真工具简介	8
2.1 通信原理仿真工具概述	8
2.2 SystemView 软件简介	8
2.3 SystemView 软件使用	9
2.3.1 SystemView 的工作窗口	9
2.3.2 系统仿真时间设定	12
2.3.3 动态探针的使用	14
2.3.4 波形接收计算器	15
第3章 通信电路硬件语言设计工具简介	24
3.1 CPLD 与 FPGA 概述	25
3.1.1 CPLD 与 FPGA 的发展概况	26
3.1.2 CPLD 与 FPGA 的选用	29
3.2 Quartus II 的软件使用方法	30
3.2.1 设计输入	30
3.2.2 设计编译	33
3.2.3 设计定时分析	35
3.2.4 设计仿真	36
3.2.5 器件编程	36
第4章 数字信源	39
4.1 数字信源的组成与原理	39
4.1.1 时分多路复接的原理	40
4.1.2 伪随机序列	41

4.2	信源 SystemView 仿真设计	43
4.2.1	仿真任务及分析	43
4.2.2	数字信源的 SystemView 仿真	43
4.3	数字信源的设计中的基本问题	48
4.3.1	数字信源的数据组织	48
4.3.2	数字信号的产生	50
4.3.3	数字信号的波形转换	52
4.4	数字信源的实验电路	54
4.4.1	实验电路分析	55
4.4.2	实验步骤	59
4.4.3	实验电路的测试点的参考波形	60
4.4.4	实验思考题	61
4.4.5	实验信源的设计任务	61
4.4.6	实验仪器的准备	61
第5章	数字信号的编码与解码	62
5.1	数字通信的基带码型	62
5.1.1	数字基带码的基本要求	62
5.1.2	AMI、HDB3 的编码与解码规则	62
5.1.3	NRZ、AMI、HDB3 的波形对比	63
5.2	基带码型的 SystemView 仿真	63
5.2.1	AMI 的 SystemView 仿真实现	63
5.2.2	HDB3 码的 SystemView 仿真实现	66
5.3	AMI、HDB3 的编码与解码电路设计	70
5.3.1	AMI、HDB3 的编码与解码电路的实现	70
5.3.2	HDB3 中的双极性码到单极性码的转换	72
5.3.3	HDB3 中的位同步信号的提取	74
5.4	编码与解码电路的实验	76
5.4.1	实验电路分析	77
5.4.2	实验步骤	83
5.4.3	实验电路的测试点的参考波形	83
5.4.4	实验思考题	84
5.4.5	数字基带码型的设计任务	84
5.4.6	实验仪器的准备	84
第6章	数字基带通信	85
6.1	数字基带通信的几个基本概念	85
6.1.1	有关信道的几个基本概念	86
6.1.2	基带通信电平接口标准	87

6.1.3	位同步	93
6.1.4	帧同步	94
6.2	基带通信系统的 SystemView 仿真	96
6.2.1	位同步信号恢复的 SystemView 仿真	96
6.2.2	帧同步恢复的 SystemView 仿真	99
6.2.3	基带通信系统的 SystemView 仿真	104
6.3	数字基带通信电路硬件设计	106
6.3.1	RS232 通信电路与通信程序	107
6.3.2	同步电路的设计	112
6.3.3	数据终端	117
6.3.4	误码分析仪的设计	120
6.4	数字基带通信实验举例	138
6.4.1	实验电路	138
6.4.2	实验步骤	144
6.4.3	实验观察点的波形参考	145
6.4.4	实验思考题	146
6.4.5	数字基带通信设计任务	146
6.4.6	实验仪器的准备	146

第7章 数字调制 147

7.1	数字调制的基本原理	147
7.1.1	二进制振幅键控	147
7.1.2	二进制频率键控	147
7.1.3	二进制相位键控	148
7.2	数字调制 SystemView 的仿真实现	149
7.2.1	2ASK 的 SystemView 实现	149
7.2.2	2FSK 的 SystemView 实现	150
7.2.3	2DPSK 的 SystemView 实现	150
7.3	数字调制电路的设计	151
7.3.1	载波信号的产生电路	152
7.3.2	ASK 的产生电路	153
7.3.3	FSK、PSK 的实现电路	154
7.3.4	QPSK 调制的实现	155
7.3.5	三种调制的 Verilog 实现	156
7.4	数字调制实验举例	164
7.4.1	实验电路	164
7.4.2	实验步骤	166
7.4.3	实验观察点的参考波形	167
7.4.4	实验思考题	168

7.4.5	数字调制设计任务	168
7.4.6	数字调制实验仪器的准备	168
第8章	数字解调	169
8.1	数字解调的基本原理	169
8.1.1	ASK 解调	169
8.1.2	FSK 解调	171
8.1.3	PSK 解调	173
8.1.4	QPSK 解调	175
8.2	数字解调 SystemView 的仿真	175
8.2.1	2ASK 解调的 SystemView 实现	175
8.2.2	2FSK 解调的 SystemView 实现	176
8.2.3	2DPSK 解调的 SystemView 实现	177
8.3	数字解调电路设计	179
8.3.1	2ASK 的解调电路	179
8.3.2	2FSK 的解调电路	180
8.3.3	2DPSK 的解调电路	180
8.4	数字解调实验电路举例	183
8.4.1	实验电路分析	183
8.4.2	实验步骤	185
8.4.3	实验观察点的参考波形	186
8.4.4	实验思考题	187
8.4.5	数字解调的设计任务	187
8.4.6	数字解调的实验设备准备	187
第9章	载波同步	188
9.1	载波同步概述	188
9.1.1	插入导频法	188
9.1.2	直接法	188
9.2	载波同步的 SystemView 仿真	190
9.3	载波同步电路设计	191
9.4	载波同步实验电路举例	193
9.4.1	实验电路	193
9.4.2	实验步骤	196
9.4.3	实验参考点波形	196
9.4.4	载波同步的设计任务	197
9.4.5	载波同步实验设备准备	197
第10章	模拟信号的数字化	198
10.1	模拟信号数字化的基本概念	198

10.1.1	抽样定理	198
10.1.2	量化与量化误差	200
10.1.3	PCM 编码与解码	200
10.2	模拟信号的数字化的 SystemView 的实现	203
10.2.1	ADC 模块与 DAC 模块	203
10.2.2	模拟/数字转换的 SystemView 实现	204
10.3	模拟量与数字量的相互转换电路	206
10.3.1	A/D 转换电路	206
10.3.2	D/A 转换电路	211
10.3.3	PCM 编码与解码电路	215
10.4	模拟信号与数字信号相互转换实验	217
10.4.1	实验电路分析	217
10.4.2	实验步骤	222
10.4.3	实验观察点的参考波形	222
10.4.4	实验思考题	223
10.4.5	模数转换实验准备	223
第 11 章	综合通信系统	224
11.1	通信系统的组成	224
11.1.1	数字通信系统的组成	224
11.1.2	通信系统的分类与通信系统的主要性能	225
11.2	通信系统的电路的设计	226
11.2.1	发射机的性能以及体系结构	226
11.2.2	接收机的性能以及体系结构	229
11.2.3	发射与接收机部分单元电路	231
11.3	通信系统的实验举例	241
11.3.1	实验电路的搭建	241
11.3.2	实验步骤	241
11.3.3	实验思考题	242
11.3.4	通信系统的设计任务	242
11.3.5	综合实验准备	242
附录 1	武汉大学通信原理实物图与分布图	243
附录 2	武汉大学通信原理实验箱的原理电路图	244
1.	PCM 编码与解码原理图	244
2.	数字信源原理图	245
3.	数字调制原理图	246
4.	数字解调原理图	247

5. 载波同步原理图	248
6. 同步模块电路图	249
7. 数字终端原理图	250
8. HDB3 编码与解码原理图	251
附录 3 文中使用符号对照览表	252
附录 4 实验箱中部分芯片管脚分布一览表	254

第1章 概 述

1.1 通信系统的基本概念

通信按照传统的理解就是信息的传输与交换。在当今的信息社会,通信与传感、计算机技术紧密结合,成为整个社会的高级“神经中枢”。没有通信,人类社会是不可想象的。一般来说,社会生产力的发展水平要求与社会通信的发展水平相适应。若通信的水平不高,社会生产力的发展就必然地受到限制。可见,通信在社会发展中相当重要。

通信原理实践课是要讨论信息的传输、信息交换的实现方法,讨论在信息技术高速发展的社会大环境下,如何利用信息资源、组合信息资源,尽可能高效地学习、理解和设计通信传输的实现电路,为今后走向社会做好充分的知识储备。为了对通信实践课的具体内容进行深入的讨论,先简要讨论通信系统的有关基础知识。

1.1.1 通信系统的分类

1. 按传输的信息信号形式分类

模拟通信系统、数字通信系统、数字模拟混合系统等。20 世纪 70 年代以前,通信系统主要是模拟通信体制,例如,接收机(如普通的广播、电视接收机)普遍采用模拟通信系统,70~80 年代无线电通信实现了模拟到数字的大转变,从系统控制(选台调谐、音量控制,均衡控制等)到信源编码、信道编码,以及硬件实现技术都无一例外地实现了数字化,可以把这个时期的通信系统归于模拟和数字的混合通信系统。20 世纪 90 年代以来,特别是计算机技术的发展,通信的体制逐渐由模拟向数字方向进行了转换,形成了数字通信系统。数字通信体制相对于模拟通信的优点主要表现在:

- (1) 有较强的抗干扰能力,通过再生中继技术可以消除噪声的积累,并能对信号传输中因干扰而产生的差错及时发现和纠正,从而提高了信息传输的可靠性。
- (2) 数字信号便于保密处理,易于实现保密通信。
- (3) 数字信号便于计算机进行处理,使通信系统更加通用和灵活。
- (4) 数字电路易于大规模集成,便于设备的微型化。

当然,数字通信相对于模拟通信的这些优点,是以比模拟通信占据更宽的系统频带而换得的,数字信号占据频带较宽,频带利用率低,是数字通信的主要缺点。但目前采用了一些新的数字压缩与调制技术,通信容量不断增大,频率利用率也不断提高。所以,数字通信的发展前景是非常广阔的。

2. 按传输媒介种类分类

有线通信系统与无线通信系统。我们时时刻刻都在使用电子通信设备,如用收音机收听新闻,用手机交谈,使用电脑在网络上搜索我们想找的东西、收发电子邮件,收看高清

晰电视节目等,我们无时不刻都在使用有线/无线通信系统,对此,我们总是习以为常。然而,通信技术确是在不断进步,每年都有新产品推出。目前,虽然无线通信业务特别火爆,有线通信仍然健康且不断有序地增长。对有线/无线两种通信技术,人们都要求它们能提供更快的数据传输速度、更低功耗,对于无线的设备还要求其具有移动功能。

在 19 世纪,电通信就是以有线电报和电话作为开始的,自此以后,有线通信通过采用更快的短程铜缆以至更快的光缆得以进一步发展。例如,美国提出建设信息高速公路以来,电话公司和有线电视公司纷纷看好双向的交互式系统服务市场,进行了许多投资、实验,开展了激烈的角逐。这些公司都是利用有线的通信系统。面对着大规模的有线双向系统,一些无线通信厂家也不甘落后,他们正把现有的地面广播和卫星广播等现存的无线广播线路改造为双向型的,以便同有线系统相对抗。目前,许多公司正在进行这种无线传输双向化技术的开发并使其商业化。正是这种有线/无线市场的激烈竞争,使有线和无线通信技术得到了快速的发展。

3. 按信息的交换方式分类

电路交换系统、报文交换系统、分组交换系统、综合业务数字交换等。从交换技术的发展历史看,数据交换经历了电路交换、报文交换、分组交换和综合业务数字交换的发展过程。

电路交换就是计算机终端之间通信时,一方发起呼叫,独占一条物理线路。当交换机完成接续,对方收到发起端的信号,双方即可进行通信。在整个通信过程中双方一直占用该电路。其特点是实时性强,时延小,交换设备成本较低。但同时也带来线路利用率低,电路接续时间长,通信效率低,不同类型终端用户之间不能通信等缺点。电路交换比较适用于信息量大、长报文、经常使用的固定用户之间的通信。

报文交换是将用户的报文存储在交换机的存储器中,当所需要的输出电路空闲时,再将该报文发向接收交换机或终端,它以“存储—转发”方式在网内传输数据。报文交换的优点是中继电路利用率高,可以多个用户同时一条线路上传送,可实现不同速率、不同规程的终端间互通。它的缺点也是显而易见的:以报文为单位进行存储转发,网络传输时延大,且占用大量的交换机内存和外存,不能满足对实时性要求高的用户。报文交换适用于传输的报文较短、实时性要求较低的网络用户之间的通信。

分组交换实质上是在“存储—转发”基础上发展起来的。它兼有电路交换和报文交换的优点。分组交换采用动态复用技术,在线路上传输按一定长度分割为许多小段的数据分组。每个分组标识后,在一条物理线路上采用动态复用的技术,同时传送多个数据分组。把来自用户发端的数据暂存在交换机的存储器内,接着在网内转发。到达接收端,再去掉分组头将各数据字段按顺序重新装配成完整的报文。分组交换比电路交换的电路利用率高,比报文交换的传输时延小,交互性好。

综合业务数字网是集语音、数据、图文传真、可视电话等各种业务为一体的网络,适用于不同的带宽要求和多样的业务要求。异步传输模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 就是用于宽带综合业务数字网的一种交换技术。ATM 是在分组交换基础上发展起来的,它使用固定长度分组,并使用空闲信元来填充信道,从而使信道被分成等长的时间小段。由于光纤通信提供了低误码率的传输通道,因而流量控制和差错控制便可移到用户终端,网络只负责信息的交换和传送,从而使传输时延减小。所以 ATM 适用于高速数据交换

业务。

4. 按通信承载业务的种类分类

电信网、计算机通信网,有线电视网等。

电信网(telecommunication network)是构成多个用户相互通信的多个电信系统互连的通信体系,是人类实现远距离通信的重要基础设施,利用电缆、无线、光纤或者其它电磁系统,传送、发射和接收标识、文字、图像、声音或其它信号。电信网由终端设备、传输链路和交换设备三要素构成,运行时,还应辅助以信令系统、通信协议以及相应的运行支撑系统。现在世界各国的通信体系正向数字化的电信网发展,将逐渐代替模拟通信的传输和交换,并且向智能化、综合化的方向发展。但是由于电信网具有全程全网互通的性质,已有的电信网不能同时更新,因此,电信网的发展是一个逐步的过程。

计算机通信网是将若干具有独立功能的计算机通过通信设备及传输媒体互连起来,在通信软件的支持下,实现计算机间的信息传输与交换的系统。计算机通信网涉及通信与计算机两个领域,计算机与通信的结合是计算机通信网产生的主要条件。一方面,通信网络为计算机之间的数据传送和交换提供了必要手段;另一方面,计算机技术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网的各种功能。当然,这两个方面的进展离不开人类在微电子技术上的辉煌成就。随着人类社会的不断进步、经济的迅猛发展以及计算机的广泛应用,以及人们对信息的要求越来越强烈,计算机通信网得到了快速的发展。

有线电视(CATV)网是高效廉价的综合网络,它具有频带宽、容量大、多功能、成本低、抗干扰能力强、支持多种业务、连接千家万户的优势,它的发展为信息高速公路的发展奠定了基础。就我国最近几年 CATV 网发展来看,全国已建有线电视台超过 1500 座,有线电视光缆、电缆总长超过 200 万 km,用户数达 8000 多万,在全国覆盖面达 50% 以上,并且每年仍以较高的速度增长。电视机已成为我国家庭入户率最高的信息工具之一,CATV 网也成为最贴近家庭的多媒体渠道,只不过它目前还是靠同轴电缆向用户传送电视节目,部分还处于模拟水平。宽带双向的点播电视(VOD)及通过 CATV 网接入 Internet 进行电视点播、CATV 通话等是 CATV 网的发展方向,最终目的是使 CATV 网向宽带双向的多媒体通信网的方向发展。

三网融合是一种广义的、社会化的说法,在现阶段它并不意味着电信网、计算机网和有线电视网三大网络的物理合一,而主要是指高层业务应用的融合。其表现为技术上趋向一致,网络层上可以实现互联互通,形成无缝覆盖,业务层上互相渗透和交叉,应用层上趋向使用统一的 IP 协议,在经营上互相竞争、互相合作,朝着向人类提供多样化、多媒体化、个性化服务的同一目标逐渐交汇在一起,行业管制和政策方面也逐渐趋向统一。三大网络通过技术改造,能够提供包括语音、数据、图像等综合多媒体的通信业务。这就是所谓的三网融合。

三网融合,在概念上从不同角度和层次上分析,可以涉及到技术融合、业务融合、行业融合、终端融合及网络融合。目前更主要的是应用层次上互相使用统一的通信协议。IP 优化光网络就是新一代电信网的基础,是我们所说的三网融合的结合点。

数字技术的迅速发展和全面采用,使电话、数据和图像信号都可以通过统一的编码进行传输和交换,所有业务在网络中都将作为统一的“0”或“1”的比特流。光通信技术的发展,为综合传送各种业务信息提供了必要的带宽和较高的传输质量,成为三网业务的理想

平台。软件技术的发展使得三大网络及其终端都通过软件变更,最终支持各种用户所需的特性、功能和业务。最重要的是统一的 TCP/IP 协议的普遍采用,将使得各种以 IP 为基础的业务都能在不同的网上实现互通。人类首次具有统一的为三大网都能接受的通信协议,从技术上为三网融合奠定了最坚实的基础。

三网融合是现代信息技术融合发展的必然趋势,是现代信息产业进一步发展的内在需求,是国民经济和社会信息化的迫切要求。加快推进三网融合,是当前和今后一个时期应对国际金融危机的重大举措,是培育战略性新兴产业的重要任务,有利于迅速提高国家信息化水平,推动信息技术创新和应用,满足人民群众日益多样的生产、生活服务需求,拉动国内消费,带动相关产业发展,形成新的经济增长点;有利于更好地参与全球信息技术竞争,抢占未来信息技术的制高点,确保国家网络信息安全;有利于创新宣传方式,扩大宣传范围,牢牢占领思想舆论主阵地,促进中华文化繁荣兴盛,保障国家文化安全。我国首批公布的三网融合试点城市有:北京市、辽宁省大连市、黑龙江省哈尔滨市、上海市、江苏省南京市、浙江省杭州市、福建省厦门市、山东省青岛市、湖北省武汉市、湖南省长株潭地区、广东省深圳市、四川省绵阳市等。

5. 从通信的平台体制上分类

可以分为软件通信体制与硬件通信体制。20 世纪 90 年代后,通信界开始了一场新的无线电革命,即从数字化走向了软件化,软件无线电技术(Software Radio)应运而生。支持这场革命的是多种技术的综合,包括多频段天线和 RF 变换宽带 A/D/A 转换,完成 IF、基带、比特流等处理功能的通用可编程处理器等。软件无线电最初目的是满足军用通信中不同频段、不同信道调制方式和数据方式的各类电台之间的联网需要,因为它可以很容易地解决各种接口标准之间的兼容问题,使得它的优越性很快得到商用通信的青睐,并且在个人移动通信领域发展迅速。软件无线电是特指具有用软件实现各种功能特点的无线电台(如移动通信中的移动电话机、基站电台、军用电台等),它主要由低成本、高性能的 DSP 芯片组成。规范的软件无线电典型结构如图 1-1-1 所示。

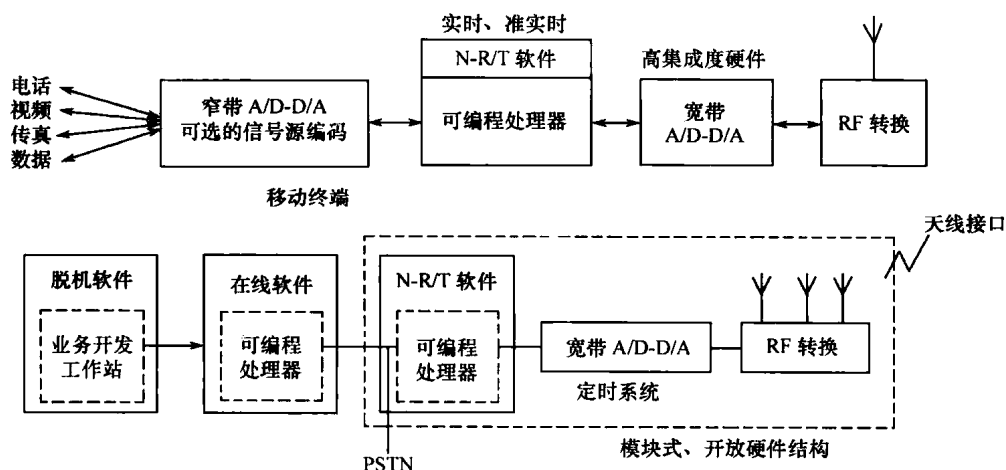


图 1-1-1 规范的软件无线电典型结构图

软件无线电的标志:

(1) 无线通信功能是由软件定义并完成的,这种完全的可编程能力包括可编程的时

频波段、信道接入方式、信道调制方式与纠错算法等,软件无线电区别于软件控制的数字无线电。

(2)在尽可能靠近天线的地方使用 A/D 和 D/A 转换器,因为信号的数字化是实现软件无线电的首要条件。理想软件无线电系统中的 A/D 和 D/A 转换器已相当靠近天线,从而可对高频信号进行数字化处理,这也是它与常用的数字通信系统的根本区别所在。

软件无线电的特点:

(1)具有完全的可编程性。通过安装不同的软件来实现不同的电路功能,包括工作模式、系统功能、扩展业务等。

(2)软件无线电基于 DSP 技术。系统所需要的信号处理工作有变频、滤波、调制解调、信道编译码、接口协议与信令处理、加/解密、抗干扰处理以及网络监控管理。

(3)其有很强的灵活性及可扩充性。可以任意转换信道接入方式,改变调制方式或接收不同系统的信号。

(4)具有集中性。由于软件无线电结构具有相对集中和统一的硬件平台,所以多个信道可以享有共同的射频前端与宽带 A/D/A 转换器,从而可以获取每一信道的相对廉价的信号处理性能。

由于大规模集成电路的数字无线电和软件无线电收发信机,其内部的基本功能、基本原理、工作流程和电路结构与传统的超外式无线电收发信机并无太大差异,经典电子线路的分析方法与设计思想仍可作为现代无线电新技术的理论基础。而且,由于目前器件水平的限制,软件无线电技术还基本只能在通信系统的基带处理部分得到较好发挥,还必须采用与传统电路结合的方式进行系统研制。要超越器件水平的限制,进行深入的理论研究,提出新的解决方案和好的算法,也需要借助于一些经典的通信电路理论。数字通信中的很多电路功能也基本上用模拟电路实现。

1.1.2 通信系统的基本模型

通信系统的目的是传递消息,实际意义上的通信均是将发送端的消息传递到接收端,这种通信系统可以由图 1-1-2 来加以说明。图中,信息源的作用是将各种可能的消息转换成原始的电信号,目的是为了使这个电信号适合在信道中传输,发送端对原始的电信号完成某种变换后再送入信道。信道是信号传输的通道,在接收端,接收设备的功能与发射设备相反,它能从接收信号中恢复出相应的原始的电信号,接收端将原始的信号转换成相应的消息。图中的噪声源是信道中噪声以及分散在通信系统中各处的噪声的集中表现。这个模型反映了通信系统的共同性质,一般的通信系统,关心的问题不同,其研究的对象也不同,其通信系统的更为具体的系统模型稍有差异,这里不一一列举,在后续的章节将围绕具体的研究内容和具体研究对象进行展开。

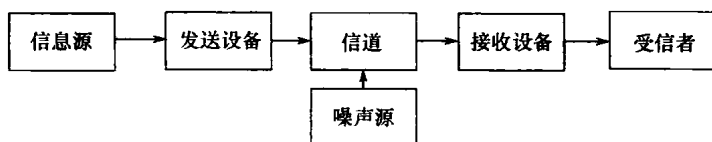


图 1-1-2 通信系统的模型图

1.1.3 通信实践课程的内容体系

本实验课程以基本模拟通信电子电路和数字电路相结合为主,对其中部分单元电路的功能进行分析,在功能分析的基础上,进一步对单元电路进行仿真,并在仿真的基础上,进行单元电路的设计,最后,给出一个基本的实验电路。

这里,每一个通信的基本单元,根据计算机在通信课程体系建设中的重要作用,首先,利用 SystemView 软件对单元电路的功能单元进行仿真,从理论上解决电路的可实现问题;其次,从电路的实现上,利用 Quartus II 软件对实现的具体的单元电路进行仿真设计,从设计上解决可实现问题;再次,给出典型的单元电路硬件电路和软件的实现程序的设计,解决单元电路的实现过程;最后,给出了我们开发的试验箱的一个典型的实验电路与实验的步骤,希望通过实践内容的训练为学生学习通信理论课程做好服务。

1.2 通信实验课程设置的目的是、意义

通信实践课程设置的目的是:通过基本的实验内容的仿真、分析与设计,掌握通信系统的基本组成与工作原理;掌握评价各种系统的性能指标及其基本分析方法;掌握改善各种通信系统性能所使用的技术,为研究与设计各种通信系统奠定必要的基础。

理论服务于实践,实践又完善、丰富和发展理论。《通信原理》的理论课程是指导实践的基础,实践是理论发展的必然趋势,而实践的核心与关键点在于创新。要进行创新,前提是:掌握现代通信理论课程的理论体系和实践基础;学会对具体的实际问题进行分析的基本方法;提高对实际问题进行解决的实践能力。

1. 在实践教学中学什么、思考什么?

通信课程的理论体系丰富而又复杂,其课程的任务是以现代通信系统为背景,以通信系统的模型为主线,讲述现代通信的基本原理、基本技术和通信系统性能的分析方法。实践教学就是要在理论教学的基础上,通过实践的训练、分析与设计,使学生了解模拟通信和数字通信的基本原理、基本技能以及基本的分析方法,特别是数字通信的基本原理和系统基本的分析、设计方法。

2. 在实践教学中学什么、如何思考?

现代信息技术的发展,改变了传统的教学观念,尤其是计算机信息技术的发展,要求我们树立现代通信课程的教学观念。随着信息技术在教学中的广泛应用,特别是计算机信息技术的广泛应用,整个教学系统都将受到巨大冲击,传统的教育体制、教育内容、学习方式、师生关系等都将发生极大的变化。应当将计算机与通信课程紧密、系统地联系起来,充分发挥计算机的工具作用,使通信实践课程的教学“面向现代化、面向世界、面向未来”。

3. 在实践教学怎样培养学生的自主性?

计算机信息技术的发展引起的教育思想、教学模式、教学方法的重大变革,通信仿真的积极推广和仿真技术在教学中的应用,是未来通信实践课程发展的主流。通过计算机仿真在系统的设计与实现上进行思维的创造,彻底改变理论课程中“填鸭式”的教学方式与教学手段,充分发挥学生的主观能动性。通信仿真也有助于学生建立浓厚的学习兴趣,

通过实验的兴趣来培养学生的自主学习能力,提高现代通信理论和基本技术的理解层次。

4. 在实践教学中如何创新?

要理解创新,必须理解知识社会环境下科技创新的内涵,它包括知识创新、技术创新和现代科技引领的管理创新。知识创新的核心是科学研究,是新的思想观念和公理体系的产生,其直接结果是新的概念范畴和理论学说的产生,为人类认识世界和改造世界提供新的世界观和方法论;技术创新的核心内容是科学技术的发明创造和价值实现,其直接结果是推动科学技术进步与应用创新的良性互动,提高社会生产力的发展水平,进而促进社会经济的增长;管理创新一方面包括宏观管理层面上的创新——社会政治、经济和管理等方面的制度创新,另一方面包括微观管理层面上的创新,其核心内容是科技引领的管理变革,其直接结果是激发人们的创造性和积极性,促使所有社会资源的合理配置,最终推动社会的进步。可见,在实践教学中可以从创新的三个层面上,对未来通信的变化在实践上提出更高的要求。

总之,通过实践课程的学习,掌握数字通信的基本原理、基本技能以及基本分析方法,提高自己分析问题与解决问题的能力,适应未来要求,对实践教学进行改革,是面向 21 世纪实践教学改革的主要目标。