

Application of EDA Simulation Software in Teaching Electronic Circuit

REN Bin, SONG Yue, LIN Shengxin

College of Electronic Engineering, Dongguan University of Technology, Dongguan, China

Abstract: In Response to the existing problems with the traditional electronic circuit teaching, a solution which uses the EDA simulation software is proposed. AS some teaching examples, this paper illustrates how to use EDA simulation software in the Digital electronic technology curriculum classroom instruction, the curriculum project and graduation project. It also points out the introduction of EDA simulation software into electronic circuit course, facilitates teaching and arouses student's interests in the course of simulating and demonstrating, and helps eliminate student's abstractness of theory while strengthening student's perceptual knowledge. The introduction of EDA simulation software into electronic circuit course intrigues the sound, simultaneous interaction between teaching and learning and facilitates students' understanding of fundamental logic circuit theory as well as its wide application.

Keywords: EDA; simulation; electronic circuit; computer assisted instruction

EDA 仿真软件在电子线路课程教学中的应用

任 斌, 宋 跃, 林盛鑫

东莞理工学院电子工程学院, 东莞, 中国, 523808

摘 要: 针对电子线路传统教学中存在的诸多问题,提出了用 EDA 仿真软件来进行数字电子技术仿真教学的思路。通过教学实例对 EDA 仿真软件进行电子线路课程教学、实践教学和课程设计中的应用,将 EDA 仿真软件引电子线路课程的教学,可以使教师在讲述理论的同时,利用 EDA 仿真软件进行仿真、演示,增强学生的感性认识,使学生消除对理论知识的“抽象感”,提高学生的学习兴趣。使课堂的教与学在良好互动的同时更生动、直观,达到学生对逻辑电路的基本理论易于理解,对拓展应用的认识更加深刻的目的。

关键词: EDA; 仿真软件; 电子线路; 计算机辅助教学

1 引言

电子线路课程是电子信息类专业主干专业课程,也是电子信息类专业整个知识和能力体系的重要支柱之一,其课程(含相关实践课程)总学时占整个专业课程的 1/6 左右。目前,电子线路课程的教学内容存在基本概念抽象、知识点分散、分析方法多样、器件和电路类型复杂等问题。根据地方教育的人才培养目标要求,在教学实施中,不仅要求学生掌握一定的基础理论知识,更要强调学生的实践能力以及分析问题与解决问题能力的培养,以提高学生的综合职业能力。如何在有限的时间内,完整和顺利地完电子线路课程的理论与实践两个部分的教学任务,使学生具有较强的实验组织能力和技术应用能力,一直是困扰电子信息类专业教学的一大难题。究其原因,有以下几点:其一,在大多数地方

院校中,学生的学习基础较差,理解能力较弱,使得教学进度与学生掌握程度不能同步,很难形成教与学的良性循环,而实践技术如果没有理论的支持,很难具有厚积薄发的潜能。其二,教学手段单一,理论课教师往往是“一支粉笔一本书”,内容的讲解常常是“空”而“虚”,并且难以被学生消化和吸收。实验课教师则经常重复一些机械动作,实验内容多是简单验证理论结果,很少能引发学生对理论本身更深层的思考。因此,传统的教学模式很难激发学生的学习兴趣,教学效果欠佳,教学效率不高。

解决课堂教学中的理论内容的“空”和“虚”的问题,用 EDA 仿真软件对理论和原理进行仿真或验证,使学生很直观地去理解理论,并将理论应用于实践,让学生在有限的时间内学会、学懂并会应用。将实验内容有机地穿插于各有关教学内容中,遵循“理论—实践—理论”

和“实践—理论—实践”的认知规律,从而充分调动学习者的学习积极性,并从理论和实践两个方面提高了教学效果;增加了利用 EDA 软件对电子电路进行计算机仿真分析的新方法,使电子电路的一般概念得到了生动形象的表述。

2 传统教学存在的问题

电子线路课程的教学包括理论和实践教学,而传统的课堂教学及实验中存在诸多的问题:

2.1 理论教学方面

传统的理论课教学,都是一些繁琐的公式推导及孤立的计算数据,缺乏直观性,并且实践课通常都安排在理论教学进行一段时间,并且完成了一定内容的教学后才安排,造成学生理论与实际联系不上,对理论难以理解,甚至于不能理解,形成对数字电子技术“抽象、难学”的思想障碍,从而失去学习信心。若想提高教学效果,需要演示实验配合。但这样做,一是准备演示实验,即在面包板或实验箱上连接电路,要花费较多时间;二是需将多种仪器搬到教室,使用不便;三是演示操作过程,占用过多时间影响教学进度;四是可靠性低,结果不直观。故实际教学中,只能是纯粹的理论讲解,效果不是很好。按照传统的教法,往往大半学期过去了,学生只知道各种数字器件的名称和内部电路原理,但不清楚学了有什么用?更不知道如何用这些器件组成数字电路系统。

2.2 实践课程的教学方面

电子线路课程是实践性很强的课程,理论学习必须紧密地与实践结合起来。以往,实践环节主要是上实验课,一般都是采用实验箱或实验台完成。学生只须按照实验指导书安排的顺序就能完成实验,通过实验学生虽然能够学会一些仪器的使用和操作技能,但学生往往是动手不动脑,收效不大,不能真正提高学生分析问题、解决问题的能力,也难以激发他们的求知欲和创新精神。而且由于器件或连线等原因,成功率较低,很大部分时间用于调试。而设计性、综合性实验对学生来说有一定的难度,设计出的电路错误较多,或由于器件、连线及其他原因,实验成功率很低。教师通常会给出参考电路,而这种做法,不能起到培养学生创新能力的作用,另外还有实验资源不足等问题,致使教学效果不尽如人意。

2.3 课程设计时学生的设计思想很难达成

在传统电子线路课程设计中,要耗费很多时间来分析和搭建电路,然后用相应的测试仪器进行测量,这样设

计开发时间长、效率低,一旦出错,往往要重新更换元器件,参数修改也不方便,不利于设计者高效完成设计思想。

3 EDA仿真软件介绍

EWB 软件^[1]是 Electronics Work Bench 的简称是 Interactive Image Technologies 有限公司在 20 世纪 90 年代初推出的 EDA 软件,现在普遍使用的是 EWB5.0 版。相对其它 EDA 软件而言,它是个小巧易用的软件,能进行模拟电路、数字电路以及混合电路的仿真。它的仿真功能十分强大,几乎可以 100% 仿真出真实电路的效果。它的器件库中包含了许多大公司的晶体管元器件、集成电路和数字门电路芯片,器件库中没有的元器件,还可以由外部模块导入。同时它提供了万用表、示波器、信号发生器、扫频仪、逻辑分析仪、数字信号发生器、逻辑转换器等测试仪器,用户可以方便地测试各种电路参数。在众多的电路仿真软件中,EWB 是最容易上手的,它的工作界面非常直观,原理图和各种工具都在同一个窗口内,未接触过它的人稍加学习就可以很熟练地使用该软件。对于电子设计工作者来说,它是个极好的 EDA 工具,许多电路你无需动用烙铁就可得知它的结果,而且若想更换元器件或改变元器件参数,只需点点鼠标即可。它也可以作为电学知识的辅助教学软件使用,利用它可以直接从屏幕上看到各种电路的输出波形。另外,该软件还具有一定的 PCB 设计功能。

从 6.0 版本开始,EWB 软件进行了较大规模的改动。仿真设计模块改名为 Multisim[2],PCB 板设计模块经重新设计并命名为 Ultiboard,新的 Ultiboard 模块是从荷兰收购来的 Ultisim ate 软件为核心开发的,为了加强 Ultiboard 的布线能力还开发了专门的 Ultiroute 布线引擎。现今的 EWB 是由 Multisim、Ultiboard、Ultiroute 及 Commsim 构成,它能完成从电路的仿真设计到电路版图生成的全过程。这些模块彼此相互独立,可以单独使用。

PSPICE 是较早出现的 EDA 软件之一,1985 年就由 MICROSIM 公司推出。在电路仿真方面,它的功能可以说是最为强大,在国内被普遍使用。整个软件由原理图编辑、电路仿真、激励编辑、元器件库编辑、波形图等几个部分组成,使用时是一个整体,但各个部分各有各的窗口。最新推出的版本为 PSPICE9.1,工作于 WINDOWS 平台上,是功能强大的模拟电路和数字电路混合仿真 EDA 软件。它可以进行各种各样的电路仿真、激励建立、温度与噪声分析、模拟控制、波形输出、数据输出,并能在同一个窗口内同时显示模拟与数字的仿真结果。无论对哪种器件哪些电路进行仿真,包括

IGBT、脉宽调制电路、模/数转换、数/模转换等,都可以得到精确的仿真结果。对于库中没有的元器件模块,用户可以自己编辑。

PROTEUS 软件[3]是来自英国 Labcenter electronics 公司的 EDA 工具软件,是一个电子设计的教学平台、实验平台和创新平台,涵盖了电工电子实验室、电子技术实验室、单片机应用实验室等的全部功能。它可以对模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统仿真,并进行功能验证,通过动态器件如电机、LED、LCD 开关等,配合系统配置的虚拟仪器如示波器、逻辑分析仪等,可以实时看到运行后的输入输出的效果。

4 EDA 仿真软件在电子线路教学中的应用

4.1 将 EDA 仿真软件引入电子线路课堂教学

电子线路中很多电路的原理讲解繁琐而抽象。因此,我们在教学时,可根据具体教学内容,在理论教学过程中穿插进行仿真技术教学,可使理论知识形象化、生动化,使书本文字和电路立体化,促进学生对知识的理解和记忆。

首先,采用 EWB 进行实例演示,增强教学生动性和直观性。例如,在讲述任意进制的计数器时,教师可以用不同的集成计数器芯片如 74161(74192)等制作不同的进制的计数器进行演示,让学生对集成计数器及其应用加深理解(如图 1 所示)。

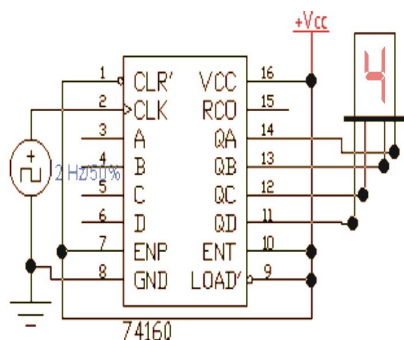


图 1. 用集成计数器设计任意进制计算器

Figure 1. Arbitrary binary calculator was designed due to integrated counter

其次,设计适合于理论和实践教学中与各知识点对应配套的各仿真验证实验,教师在讲理论前、理论中或理论后在课堂上或课后使用。如在讲授二极管的光电效应时在设计如下实验:

[仿真实验] 发光二极管特性的测量与观察(用仿真软件实现)

实验线路: 图 2 所示电路, 图中 R 为 10kΩ, D 为

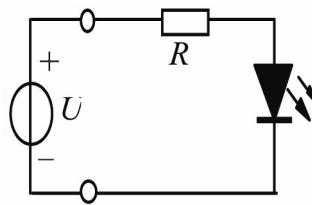


图 2. 发光二极管特性仿真实验

Figure 2. Simulation experiment figure of LED

光电二极管。

实验步骤如下:

- 1) 直接用万用表测量发光二极管的正反向电阻值,并记录: $R_{正} = \underline{\hspace{2cm}}$; $R_{反} = \underline{\hspace{2cm}}$;
- 2) 按图 1 接好线路,并串入 mA 电流表;
- 3) 接入电源电压 U,并 U 使由 0V 逐渐增大,直至发光二极管开始发出光,并记录此时发光二极管正向压降 U_D 和正向电流 I: $U_D = \underline{\hspace{2cm}}$; $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 4) 保持步骤(3),继续增大,观察发光二极管发光强度随电流增大而变化的情况,并记录: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 5) 将发光二极管反接,并观察此时的发光二极管有无发光,并记录 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

学生在上课时,就可以根据仿真结果把实验结果填在这些空上,仿真实验做完以后,学生都能够更加清楚更加直观地看到实验的结果,也很容易理解电路的特点。

4.2 用 EDA 仿真软件改进电子线路的实验教学

电子线路课程的实践性很强,实验环节的教学应引起高度重视。应用 EDA 仿真软件可以弥补硬件环境下实验教学的不足,提高实验教学的教学质量。仿真软件不但提供了各种丰富的分立元件和集成电路等元器件,还提供了各种丰富的调试测量工具:如万用表、信号发生器、示波器、指示灯、数字信号发生器、逻辑分析仪等,为我们提供不同的输入信号和显示器件,满足了实验仿真的要求。例如在讲授阶梯波时仿真电路图,如图 3 所示,连接好电路,点击运行按钮,就可以很直观的观察电路的输出波形,如图 4 所示。

同时也可以改变电路的参数,观察到电路性能随参数逐渐变化的过程,总结出输出与参数的关系,感性地理解电路的性能。电子线路的其他教学内容也都可以采用同样的仿真方法达到预期的实验结果。

4.3 用 EDA 仿真软件改革课程设计和毕业设计

课程设计、毕业设计是学生走向就业的重要实践环

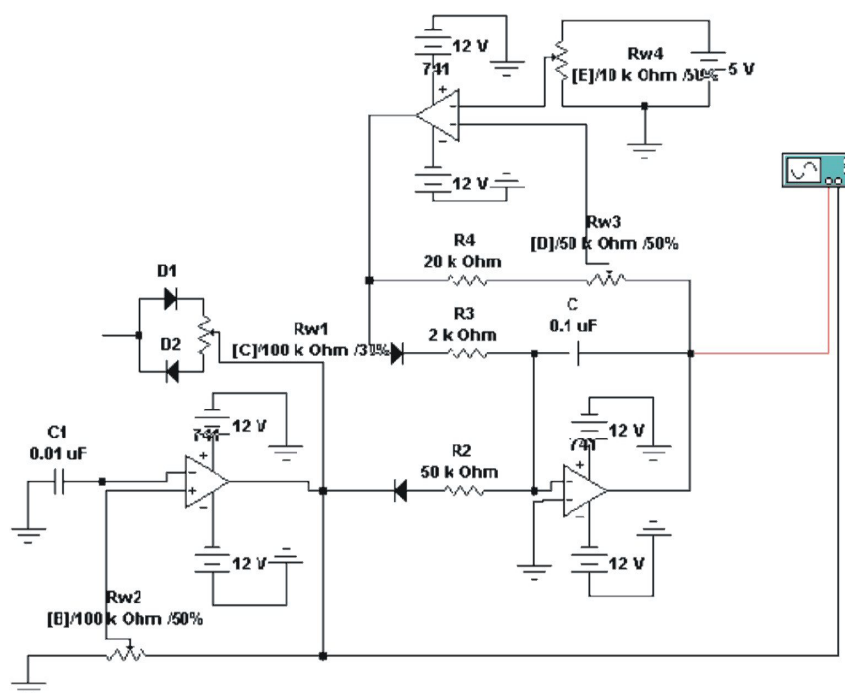


图 3. 阶梯波仿真电路图

Figure 3. Step-wave simulation circuit

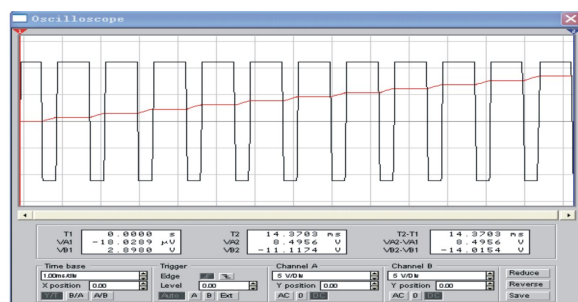


图 4. 用仿真软件中的虚拟仪器观察阶梯波波形及频率

Figure 4. The step waveform and frequency with simulation software of virtual instruments

节,是以学生为主的实践教学活。随着我国大学扩招带来的学生多、教师和实践器材少等一系列问题;另外,对于没有实践经验的学生来说,设计过程中容易造成器件和仪器仪表的损坏,需要学校提供大量的资金支持。以往学生主动性差、信心不足、成功率低、器件损坏多。但采用 EDA 仿真软件后,学生可各自先用 EDA 仿真软件进行自主设计与仿真,每个学生都拥有一个非常完整的虚拟实验室。学生可在 EDA 仿真软件中大胆进行电路设计、测量、调试、修改,且在安装实物作品前就可看到结果。仿真结果成功后,只要安装正确无误,焊接可靠,布线合理,实际作品都会得到与 EDA 仿真软件设计与仿真一致的结果。这种方法可以节省因方案不正确所

造成硬件投入的浪费,并且在实验过程中不会出现元器件的损耗问题。使学生独立操作能力和创造力都得到发挥^[4]。

5 结束语

1) 将理论教学与实践教学进行有机结合,融为一体,实施理论与实验的“一体化”教学,遵循“从实践到理论,再从理论到实践”的认知规律^[5],既加强实践教学,提高学习者的实验组织能力和技术应用能力,又增强教学过程的能动性和互动性,提高学习者的学习兴趣,从而提高教学效果。

2) 将授课内容、理论知识的动态解释、电路的仿真过程及相关知识的视频资料或图片资料的介绍等各种教学信息在课堂上集中表现,使得原来枯燥无味的理论知识变得生动起来,充分调动教与学的潜能,加强学生对理论的理解,并将理论应用于实践,不断提高教学质量,并有助于培养学生的创新素质和创造能力。

References (参考文献)

- [1] Li Bo, Yuan Hong. Electronic Design and Simulation [M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2004.
李忠波, 袁宏. 电子设计与仿真技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] Huang Peigen. Multism 7 experimental electronic technology [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2005.
黄培根. Multism 7 电子技术实验[M]. 杭州: 浙江大学出版社,

- 2005.
- [3] Zhou Runjing, Zhang Lina. Circuit design and simulation of MCU system based on PROTEUS [M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2006.
周润景, 张丽娜. 基于 PROTEUS 的电路及单片机系统设计与仿真[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [4] Xia Yimin. The electronic teaching is effected EDA technology development[J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2005(9): 242-246.
夏益民. 电子设计自动化技术发展对电子类专业教学的影响[J]. 广东工业大学学报, 2005(9): 242-246.
- [5] Bolton, W., echatronics: Electronic Control Systems in Mechanical Engineering. Addison Wesley Longman Limited, 1996.